

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ  
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ ІМЕНІ ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»**

**Факультет електроніки  
Кафедра електронних приладів та пристроїв**

**До захисту допущено**

Завідувач кафедри, проф., д.т.н.

\_\_\_\_\_ Л.Д. Писаренко

«\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2019 р.

**ДИПЛОМНА РОБОТА**

на здобуття ступеня бакалавра

з спеціальності :

**171- Електроніка**

Спеціалізація:

**Електронні прилади та пристрої**

на тему:       **«Навчально-лабораторний стенд «Розумний дім»»**

**Виконав:**

Студент 3 курсу, гр. ДЕ-пб1 **Пінчук Юрій Васильович**

\_\_\_\_\_

**Керівник:**

Завідувач кафедри, проф., д.т.н.   **Писаренко Л.Д.**

\_\_\_\_\_

**Нормоконтроль:**

Доцент кафедри ЕП та П, к.т.н.   **Чадюк В.О.**

\_\_\_\_\_

**Рецензент:**

Доцент кафедри  
мікроелектроніки, к.т.н.

\_\_\_\_\_

Засвідчую, що у цій бакалаврській роботі  
немає запозичень з праць інших авторів без  
відповідних посилань.

Студент \_\_\_\_\_

(підпис)

Київ-2019

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ  
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ  
ІМЕНІ ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»**

Факультет електроніки

Кафедра електронних приладів та пристроїв

Рівень вищої освіти – перший (бакалаврський)

Спеціальність: 171 – Електроніка

Спеціалізація : Електронні прилади та пристрої

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Завідувач кафедри, проф., д.т.н.

\_\_\_\_\_ Л.Д. Писаренко

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2019 р.

**ЗАВДАННЯ**

на дипломну роботу студенту

**Пінчуку Юрію Васильовичу**

**1. Тема роботи** «Навчально-лабораторний стенд «Розумний дім»»

і керівник роботи Писаренко Леонід Дмитрович, завідувач кафедри, проф., д.т.н.

затверджені наказом по університету від « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2019 р., № \_\_\_\_\_

**2. Термін подання студентом роботи :** « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2019 р.

**3. Вихідні дані до роботи:** \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**4.Зміст роботи:** \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**5. Перелік ілюстративного матеріалу:** \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**6. Дата видачі завдання :** \_\_\_\_\_ р.

## КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

<b>№ з/п</b>	<b>Назва етапів виконання дипломної роботи</b>	<b>Термін виконання етапів роботи</b>	<b>Примітка</b>
1	Огляд існуючих літературних та мережових джерел на тематику “Розумного Дому”	15.04.2019 - 19.04.2019	
2	Дослідження моделі “Розумного Дому”	22.04.2019 - 26.04.2019	
3	Розробка структурної та електричної принципової схеми “Розумного Дому”	29.04.2019 - 03.05.2019	
4	Вибір електронних компонентів та його обґрунтування	06.05.2019 - 17.05.2019	
5	Оформлення графічної частини, пояснювальної записки, підготовка доповіді	11.06.2019	

**Студент гр. ДЕ-пб1**

**Ю.В. Пінчук**

**Керівник роботи**

**Л.Д. Писаренко**

[illegible]

# **ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА**

**до дипломної роботи**

на тему: « Навчально-лабораторний стенд «Розумний дім» »

## РЕФЕРАТ

### « Навчально-лабораторний стенд «Розумний дім» »

Бакалаврська робота спеціальності 171 - Електроніка, спеціалізації «Електронні прилади та пристрої». **Пінчук Юрій Васильович**. НТУУ «КПІ імені Ігоря Сікорського». Факультет електроніки, кафедра «Електронні прилади та пристрої». Група ДЕ-пб1. – К.: НТУУ «КПІ імені Ігоря Сікорського», 2019. – 91с., іл. 28 , табл. 6, сх. 14, гр.9.

**Ключові слова:** “Розумний Дім”, Інтернет Речей, інтелектуальна система.

**Короткий зміст роботи:** дипломна робота представляє огляд підручників, статей, періодичних видань, інтерв'ю і мережевих джерел на тематику систем “Розумного Дому”, а також розумних систем у макетному виконанні із застосуванням нових засобів і програмних підходів для реалізації побутової автоматизації.

Проаналізовано стан світового ринку розумних технологій, його інтеграцію в на ринки розвинутих країн та країн, що розвиваються, приведено статистичні дані із використання інтелектуальних технологій на базі приватних домогосподарств, багатоквартирних будинків та міст, розглянуто комунікаційні технології, зв'язок.

Представлено результати розробки структурної і принципової схем системи “Розумний Дім”, розраховано та підібрано базу електронних компонентів з метою автоматизації повороту елементів віконних конструкцій під дією випромінювання штучного/природного джерел світла. Сконструйовано макет житлового будинку, де реалізовано розроблену *Систему подачі сонячного світла до приміщення*.

## АНОТАЦІЯ

В дипломній роботі представлено ґрунтовний аналіз літературних та мережевих джерел присвячених технологіям “Розумного Дому”. Було розглянуто існуючі прототипи розумних систем у макетному виконанні, підходи, застосовані авторами проектів для вирішення питань автоматизації побутових процесів. Кожен огляд містить опис процесу розробки системи, коментарі до етапів виконання та порівняння переваг і недоліків моделей. Розглянуті питання впровадження систем в житлових будинках, а також їх випробування в масштабах міст, питання зв'язків між окремими модулями інтелектуальної мережі в цілому.

В першій частині викладені результати опрацювання існуючих джерел на тематику системи “Розумний Дім”, відібрано проекти, виконані із застосуванням індивідуального набору програмного забезпечення, модулів, блоків, технологій та матеріалів, проведено порівняльну характеристику, запропоновано власноруч розроблений макетний проект “Розумний Дім” із реалізацією автоматичної Системи безперервної подачі сонячного та штучного потоку світла в приміщення.

В другій частині розглянуті основні поняття розумної автоматизації, історія виникнення, найрозповсюдженіші функції, що підлягають інтелектуалізації; приведені таблиці і діаграми для кращого розуміння поточної ситуації на ринку розумних послуг, розвитку галузі, існування стандартів комунікації, протоколів та програмного забезпечення, вирішення проблем сумісності розумних продуктів компаній-виробників.

В третій частині запропоновано схему структури електронної частини макету, а також схему принципову електричну системи повороту елементів віконних конструкцій під дією світлового випромінювання на датчик. Для реалізації використано набір надійних і доступних компонентів, що забезпечують візуалізацію автоматизованої функції макету “Розумний Дім”.

**Ключові слова:** Розумний Дім, автоматизація, система.

## S U M M A R Y

The first chapter outlines the results of working out of existing sources on the topic of the "Smart House", selected projects implemented with the use of an individual set of software, modules, blocks, technologies and materials, a comparative characteristic was conducted, a self-developed model project "Smart Home" with the implementation automatic System of continuous supply of solar and artificial light streams into the living place is offered.

In the second chapter, the basic concepts of intelligent automation, history of appearance, the most common functions that are subject to intellectualization are considered; tables and diagrams are provided for better understanding of the current situation in the market of smart services, the development of the industry, the existence of standards of communication, protocols and software, solving problems of compatibility of smart products of the companies-manufacturers.

In the third chapter, the scheme of the structure of the electronic part of the layout, as well as the scheme of the principle electric system of rotation of elements of window structures under the influence of light radiation on the sensor is proposed. For realization a set of reliable and accessible components providing visualization of the automated function of the "Smart House" layout is used.

**Keywords:** Smart Home, automation, system.



# ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ .....	11
ВСТУП .....	12
1. АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ СИСТЕМ ЗА ЛІТЕРАТУРНИМИ ТА МЕРЕЖЕВИМИ ДЖЕРЕЛАМИ .....	14
1.1 Макет системи “Розумний Дім” на базі контролера USB з ЧПК PoKeys56U .....	15
1.2 Макет системи “Розумний Дім” із застосуванням системи Potsdamer Intelligent Camera System .....	23
1.3 Макет системи “Розумний Дім” із застосуванням Intel IP Developer Kit and Grove .....	25
1.4 Автоматизація системи “Розумний Дім” із застосуванням Андроїд.....	31
1.5 Система “Розумний Дім” на базі мобільного контролю побутовими приладами без використання мікроконтролера .....	37
Узагальнений висновок .....	42
2. ПОНЯТТЯ, ОСНОВНІ ФУНКЦІЇ ТА ВИСОКОТЕХНОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ СИСТЕМИ “РОЗУМНИЙ ДІМ” .....	44
2.1 Історія і напрямки розвитку галузі.....	44
2.2 Конкуренція на Смарт-ринку.....	48
2.3 Стан технології.....	49
2.4 Можливість консолідації.....	50
2.5 Пропозиції щодо функціональних рішень та системних компонентів .....	56

					<i>БР.171.061.005 ПЗ</i>			
Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	« Навчально-лабораторний стенд «Розумний дім» »  Пояснювальна записка	Літера	Лист	Листів
Розроб.		Пінчук Ю.В.						
Перевір.		Писаренко Л.Д.					10	91
						НТУУ «КПІ», ФЕЛ каф.ЕПП		
Н. Контр.		Чадюк В.О.						
Затверд.		Писаренко Л.Д.						

2.6 “Розумний Дім” як уособлення складової Розумного Міста.....	59
2.7 Енергоефективність в Розумних Містах.....	62
2.8 Проблема якості питної води.....	63
2.9 Продаж Розумних Технологій .....	64
2.10 Ініціативи щодо взаємодії .....	66
2.11 Свіжі ініціативи та перешкоди розвитку .....	67
2.12 “Підводні камені”.....	68
Узагальнений висновок .....	70
3. РОЗРОБКА СХЕМИ “РОЗУМНОГО ДОМУ” .....	71
3.1 Структурна схема.....	71
3.2 Принципова електрична схема .....	72
3.2.1 Серводвигун.....	77
3.2.2 Мікросхема .....	80
3.2.3 Датчик .....	83
3.2.4 Інші елементи схеми.....	85
Узагальнений висновок .....	86
ВИСНОВКИ.....	87
ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ.....	88
Додаток А. Технічне завдання, схеми, друкована плата	
Додаток Б. Перелік елементів	
Додаток В. Специфікація	

## ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ

РД – Розумний Дім;  
РК – рідкокристалічний;  
ПВХ – полівінілхлорид;  
ІР – Інтернет Речей (англ. IoT – Internet of Things);  
ПЗ – програмне забезпечення;  
МК – мікроконтролер;  
СЗР – світлозалежний резистор;  
АЦП – аналого-цифровий перетворювач;  
Датчик ПЕІ – датчик піроелектричний інфрачервоний;  
ЗЗ – зворотний зв'язок;  
БЖ – блок живлення;  
ЧПК – числове програмне керування;  
ОВК – опалення, вентиляція, кондиціювання;  
ФВМ – Фонд Відкритих Міжзв'язків;  
ЕЕБ – енергозберігаючі ефективні будівлі;  
КМОН – комплементарна структура метал-оксид-напівпровідник;

					БР.171.061.005 ПЗ	
Змін 3		№ докид №	Підпис			11

## ВСТУП

Науково-технічний прогрес ХХІ століття невинно поширює абсолютно нові технологічні задумки, втілюючи в наше повсякденне життя, здавалося б, щось нереальне, на межі фантастики. Якщо раніше новітні технології розвивалися найбільше у сферах виробництва, медицини, машинобудування, то сьогодні вони є важливою складовою звичайного побуту і нашого комфорту. Одним із таких яскравих прикладів є створення системи “Розумний Дім”.

Слід зауважити, що дана система створена для максимального задоволення потреб людини та затишку її оселі. Система “Розумний Дім” набуває неабиякого поширення, та, в той же час, постійно оновлюється і вдосконалюється.

Набір необхідних побутових приладів у будинку допомагає лише вести домашнє господарство, однак не робить його «розумним». Інтелектуальну складову системи “Розумний Дім” забезпечує мережа взаємопов’язаних елементів і пристроїв, що працює за визначеними алгоритмами. Головною системоутворюючою одиницею Розумного Дому залишається комп’ютер у його мініатюризованому виконанні, який є рушієм розв’язання питань домашньої автоматизації.

Технологія використовується для моніторингу ситуації, попередження ймовірних ризиків та виконання функцій відповідно до низки обраних критеріїв. Вона надає надзвичайної функціональної гнучкості, якщо порівнювати із звичайними системами установок контролю і реагування.

На сьогодні в розумних системах присутня велика кількість різноманітних автоматизованих процесів, та найпопулярнішими залишаються: контроль та регулювання температури середовища, вологості, освітлення; вентиляція, кондиціонування, охорона безпеки об’єкту; моніторинг споживання

					БР.171.061.005 ПЗ	12
Змін 3		№ докум №	Підпис			

електроенергії, води, газу тощо. Слід зазначити, що безумовними перевагами розумної системи є енергозбереження і можливість керування процесами бездротовим шляхом.

Зважаючи на значне зростання попиту на подібну продукцію, ринок наповнюється пропозиціями розумних рішень для Дому, конкуренція між компаніями-виробниками підвищується, що позитивно впливає на асортимент інноваційних продуктів.

Незважаючи на широку палітру продукції, що випускається на світовому ринку різними виробниками для системи “Розумний Дім”, вся вона не має єдиного спрямування щодо сумісності стандартів програмного забезпечення модулів і компонентів тощо. На жаль, за таких обставин відбувається затримка глобалізації поширення і розвитку Розумних Технологій. В останні роки спостерігається тенденція формування альянсів між зацікавленими сторонами для спільної роботи щодо систематизації напрацювань у сфері.

В даному дипломному проекті розглядається система “Розумний Дім” у макетному виконанні з функцією безперервної подачі потоку світла в житлове приміщення, що забезпечує необхідний рівень освітленості від сонячного випромінювання.

Завданням дипломного проекту є:

- аналіз існуючих прототипів та проектування власної системи;
- розробка індивідуальної принципової електричної схеми “Розумного Дому”;
- створення макету “Розумного Дому” як платформи з можливістю реалізації нових автоматизованих процесів.

## **1. Аналіз існуючих систем за літературними та мережевими джерелами**

Даний розділ бакалаврської роботи присвячений огляду статей на актуальну тематику високотехнологічних систем автоматизації повсякденних процесів в будівлях житлового та нежитлового фондів, представлених як спроектована технологічна одиниця з функцією візуалізації реакції системи керування на впливи, а саме макетних проектів системи “Розумний Дім”.

Глава включатиме в себе розгляд “Розумного Дому” як єдиної системи керування, складеної з інтегрованих систем:

- системи цілісного моніторингу та безпекової складової;
- системи електропостачання будівлі;
- системи забезпечення штучного та природнього освітлення;
- системи зв’язку та керування;
- системи вентиляції, підтримання заданого рівня вологості та опалення;
- інші системи вирішення щоденних задач.

Огляд та опрацювання джерел існуючих систем “Розумний Дім” нададуть можливість отримати ґрунтовні відомості щодо тенденцій розвитку даної галузі саме у макетному виконанні, шляхи вирішення проблем конструювання авторами проектів, різновиди архітектурних концепцій виконання макетів, акцентування уваги авторами на доцільності автоматизації тих чи інших параметрів.

Після кожного з оглядів проектів буде зроблений ряд висновків про переваги та недоліки представлених систем.

## 1.1 Макет системи “Розумний Дім” на базі контролера USB з ЧПК



PoKeys56U

Розглянемо проект авторства TronikMaker.[1] Це досить проста двоповерхова модель будинку. Вона оснащена пристроями так, щоб зробити проживання в будинку комфортнішим: двері та вікна з функцією автоматичного відчиняння/зачиняння, має опалювальний пристрій для обігріву площі в холодну пору року, охолоджуючий пристрій для спекотної пори (включно з вентилятором), освітлення, охоронну сигналізацію. Фізично це підключено до контролера, де можливо безпосередньо вплинути на виконання функцій “Розумного Дому”.

### *Функції “Розумного Дому”*

					БР.171.061.005 ПЗ	15
Змін 3	№ докум №	Підпис				

По-перше, система повинна регулювати температурні показники в об'ємі житлового приміщення. Шляхом регулювання температури досягаються комфортніші умови перебування в домі. Тут важливо не перегрівати місце ( дотримуватися температурного балансу), економити паливо і скорочувати витрати по опаленню.

По-друге, світло не горить постійно, а активне де і коли потрібно споживачу. Лампи автоматично включаються при певних подіях (ввечері, коли джерело природнього світла втрачає свою інтенсивність або це реакція на рух - як комфорт або функція безпеки) та виключаються ( коли інтенсивність джерела природнього світла знову зростає).

По-третє, необхідно враховувати якість наявного в об'ємі будинку повітря, яким дихає людина. Якість досягається циркуляцією відпрацьованого та свіжого повітря та регулюванням рівня вологості.

Враховуючи наявність серводвигунів на вікнах та дверях, їх треба зробити максимально корисними. Аби реалізувати функцію циркуляції повітряних мас в будинку, вікна можуть автоматично відкриватися вранці в певний проміжок , якщо вимкнуто сигнал (коли будинок зайнятий) і немає атмосферних опадів. Інша зручна функція – якщо двері автоматично відкриватимуться, коли хтось захоче увійти в будинок (сигнал вимкнено).

### ***Електронні блоки схеми***

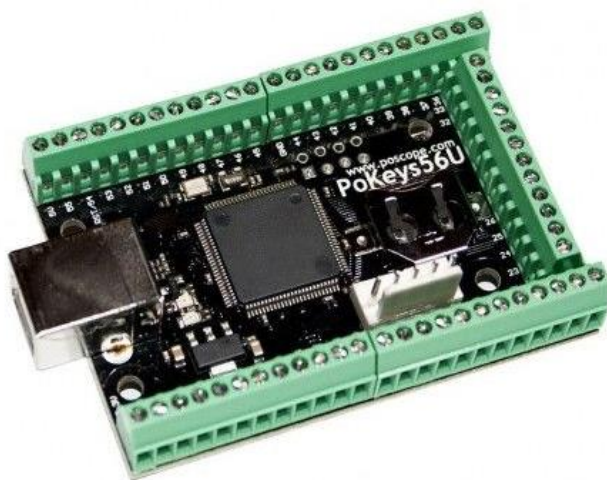
Для забезпечення коректного функціонування підсистем системи “Розумний Дім”, обираються відповідні електронні елементи. З огляду на габарити елементів корегується масштаб макету.

Автор вибрав наступні електронні компоненти:

- 2 нагрівачі Пельтьє для нагріву та охолодження;
- корпус РС АТХ 12В вентилятор для циркуляції повітря;



- 5 стандартних білих LED діодів для головного входу та внутрішнього освітлення;
- модуль датчика руху ІР для виявлення руху;
- червона і зелена пара кнопок і світлодіод для спрацьовування сигналізації, зняття з охорони функцій відображення стану;
- 110dB сирена для звуку тривоги;
- п'єзогудок для зворотного зв'язку;



- 2 мікросервоприводи 9g для відкривання та закривання дверей і вікон;
- 16x2 РК-дисплей для отримання інформації про стан.

Маємо елементи, які потребують живлення 5В або 12В.

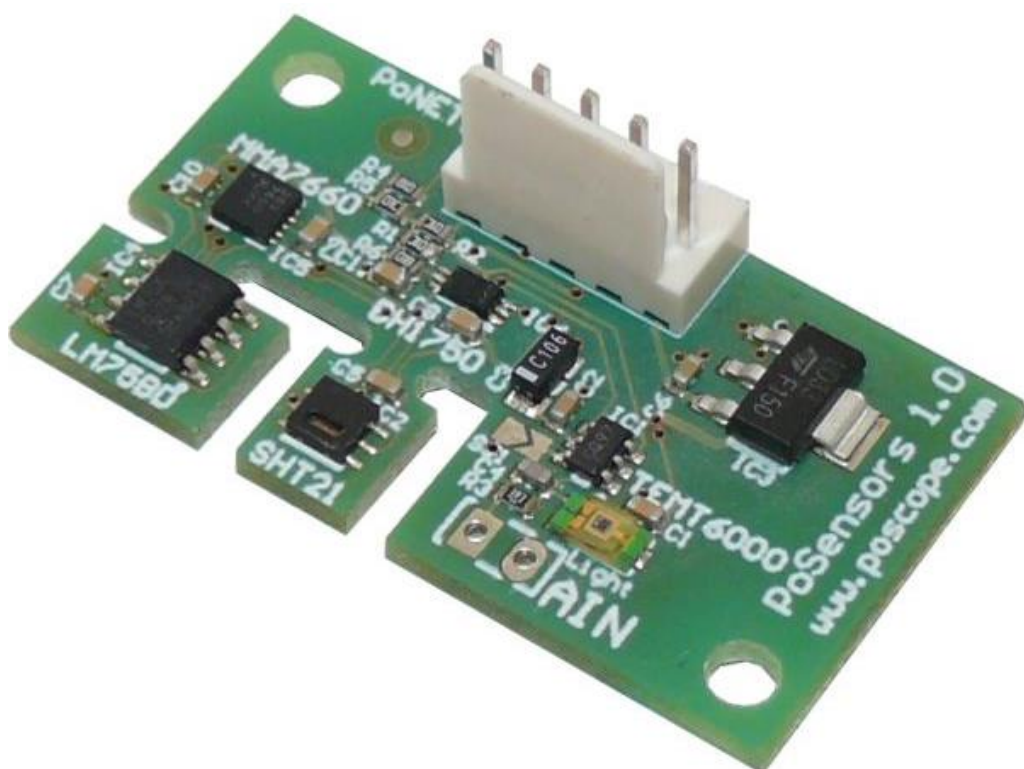
Для реалізації системи з цього набору електронних компонентів



потрібен якийсь контролер. Автор вирішив обрати PoKeys, що надходить з

PoLabs, головними перевагами якого є доступність, багато зв'язків і функцій та простота у використанні. Тут не потрібно мати навичок в програмуванні, все що потрібно зробити – це просто розмістити та підключити блоки, завантажити діаграму в пристрій.

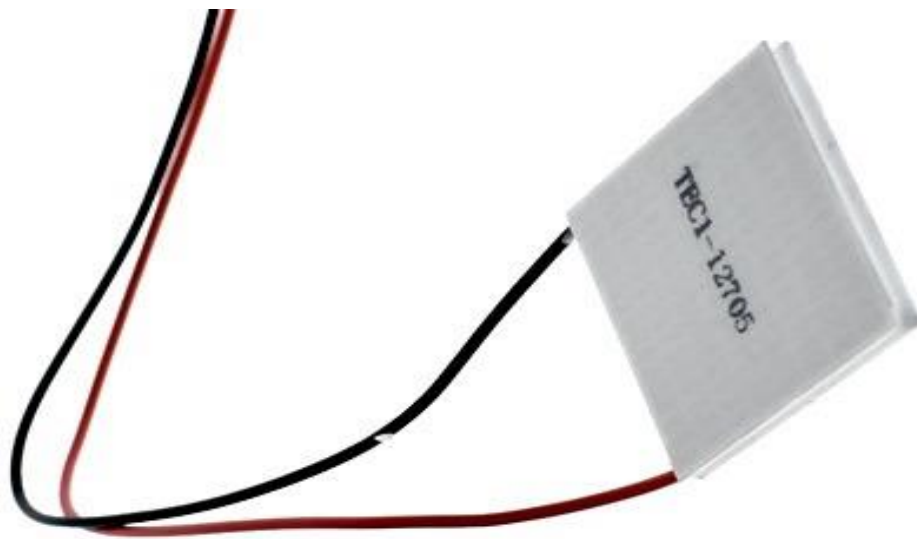
Так як піни забезпечують лише лімітовану кількість струму, автор вирішив використовувати PoLabs 8-канальну плату розширення PoExtBusRE для більш потужних пристроїв. Існує також відкрита колекторна плата для



PoKeys, але поточні потреби Пельтє можуть перевищувати її обмеження.

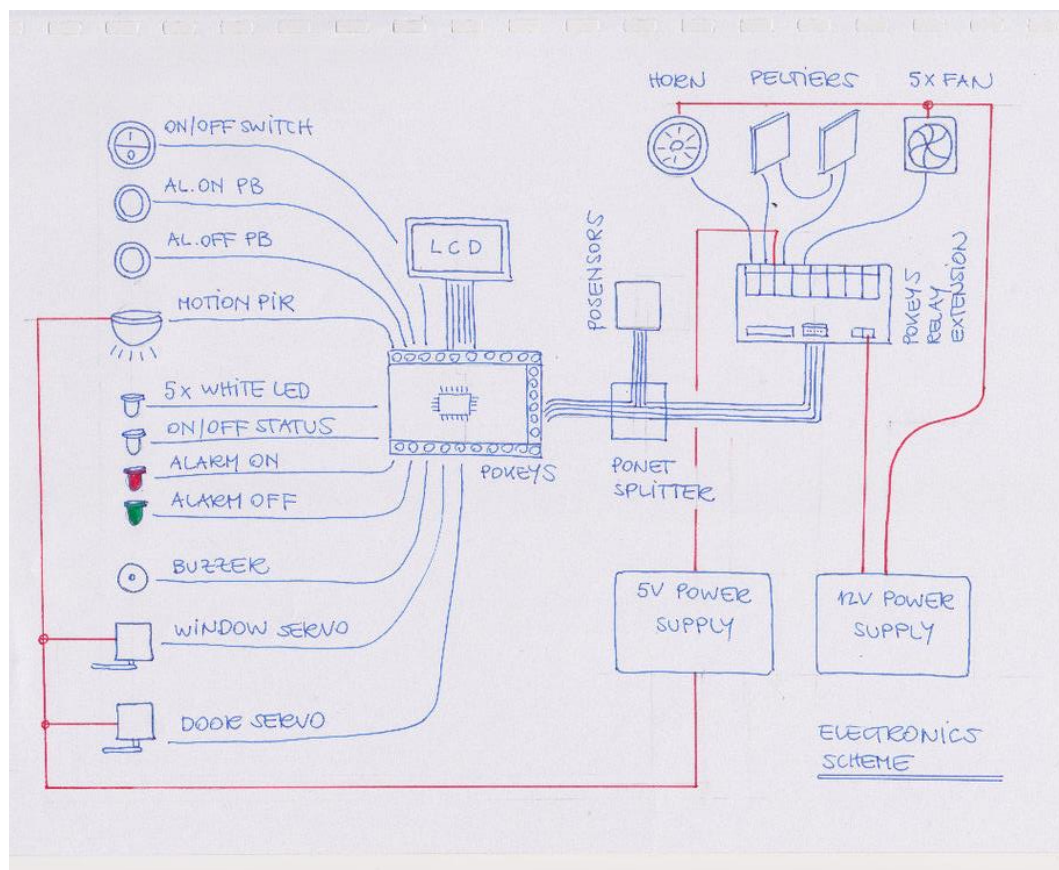
Для вимірювання температури, вологості та освітленості було вирішено використовувати плату Posensors PoLabs. Плату розширення реле та датчиків об'єднана через плоский кабель з 5-контактним роз'ємом.

Щоб обігріти місце, був вибраний нагрівач Пельтьє. В загальному випадку це сполучення двох різних металів. При підключенні до джерела живлення вони створюють різницю температур між двома металами. Один бік нагрівача Пельтьє нагрівається, а інший охолоджується. Видимим плюсом неможливість його з'єднання з протилежною полярністю: результатом реалізації такого випадку є зміна напрямку теплообміну.



Таким чином, за допомогою відповідної схеми реле для перемикання полярності (за необхідністю) і датчика температури, створений автономний регулятор температури.

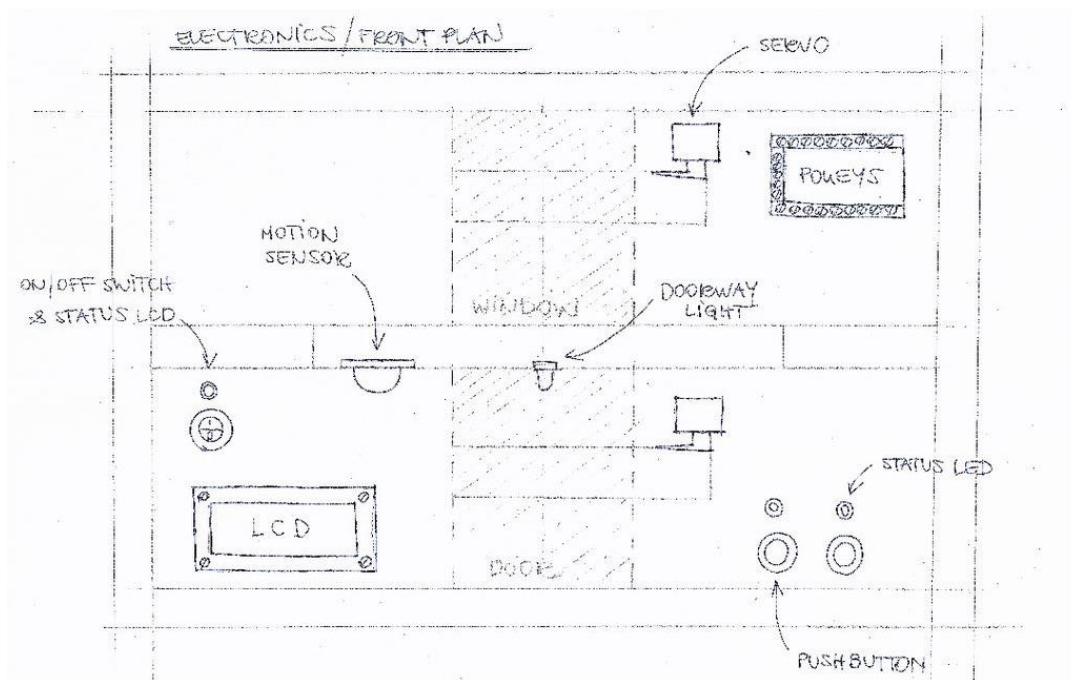
Після успішного тестування зібраної схеми, її поміщають у корпус макету, що архітектурно відтворює житловий будинок. Блок живлення,



клаксон та релейну плату варто розмістити на задній стінці макету будинку.

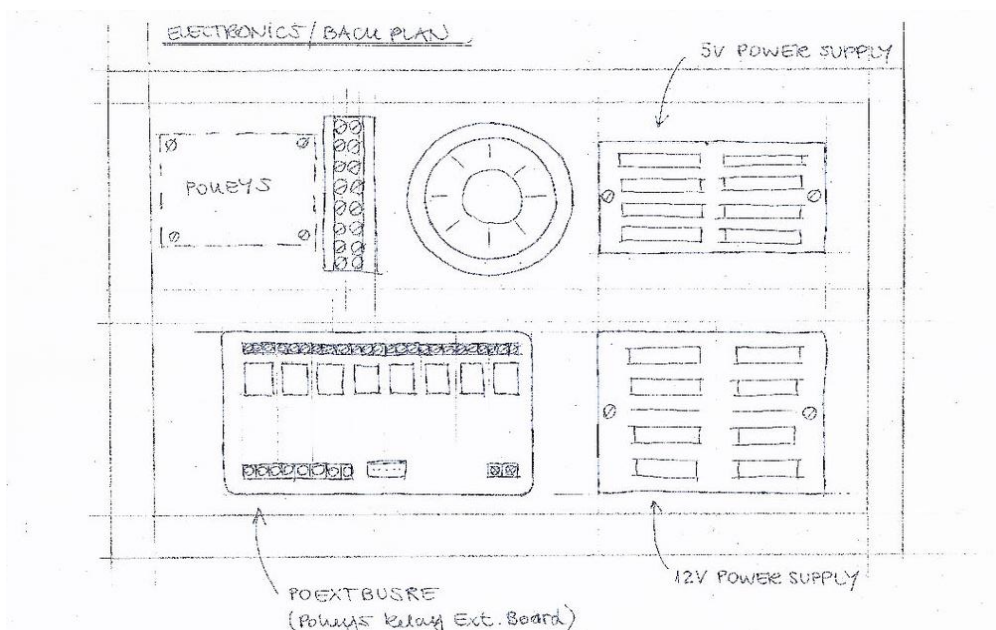
Виходячи із простору, який тепер зайнятий розміщеними елементами, слід проводити конструювання будівлі в масштабі.



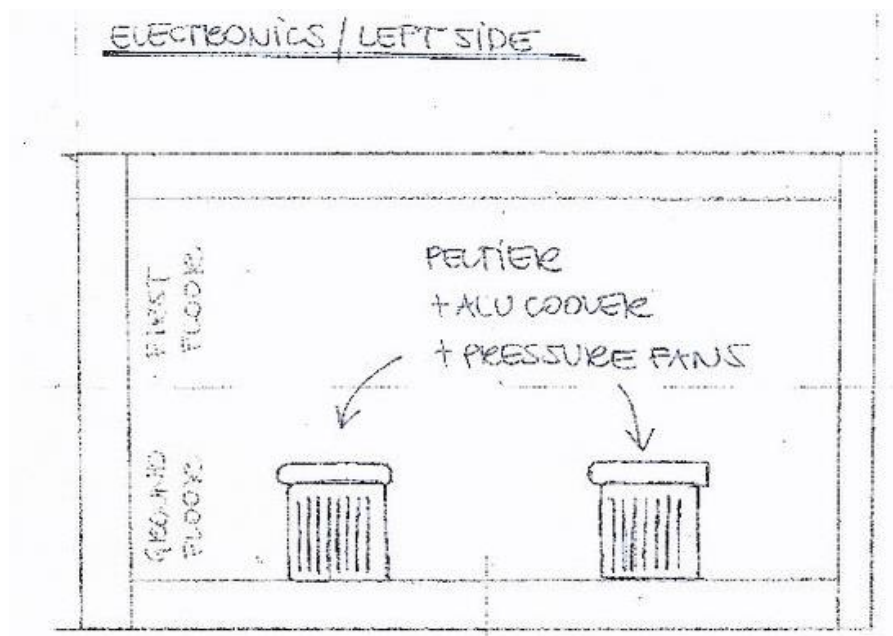


**План електронного розведення**

Електронні компоненти встановлені на лицьовій стороні макету будинку. Для увімкнення або вимкнення контролера PoKeys використовується перемикач вмикання / вимикання, також є індикатор стану. На РК-дисплеї показаний стан всіх встановлених систем: охоронна сигналізація, опалення, освітлення, вентиляція, автоматизовані вікно/двері, яка контролюється 2 кнопками праворуч. Червона кнопка використовується, щоб



увімкнути сигналізацію, а зелену – вимкнути. Відповідні світлодіоди показують стан сигналізації. Сервоприводи використовуються для відкриття вікна/дверей .

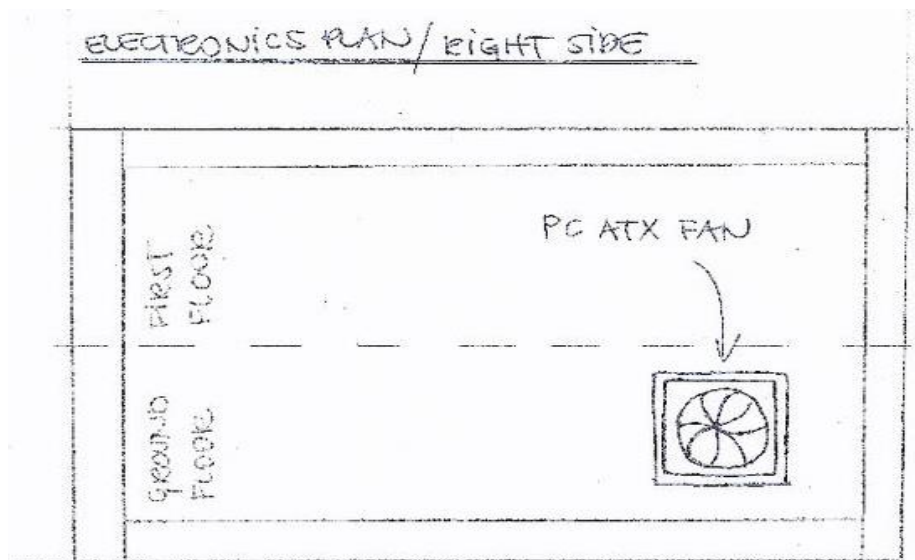


Тепер щодо тильної сторони. Електронні компоненти встановлені на непрозорий пластик. Є 2 джерела живлення; 5В і 12В, плата розширення реле PoKeys, заземлення і гудок. Пунктирною лінією показано положення монтажу контролера PoKeys на іншій стороні ПВХ-панелі (всередині будинку, що видно спереду).

Ліва сторона має на собі 2 елементи Пельтьє. Вони проведені послідовно для одержання зменшення необхідного струму. Оскільки Пельтьє використовує більше струму, ніж малі електронні пристрої, доцільно брати дріт не менше  $1\text{мм}^2$ . Вентилятори встановлюються на кожній стороні кожного елемента Пельтьє для поліпшення циркуляції повітря над алюмінієвими охолоджувачами.

Для правильної циркуляції, а саме: доставити свіже повітря в будинок і допомогти видалити тепло з будинку, встановлюється вентилятор на протилежну сторону. Слід розташувати його таким чином, щоб він працював на витяжку повітря з будинку.

І, нарешті, маємо стелю, обладнану світлодіодами. На передніх дверях є модуль руху PIR. Він буде датчика



використовуватися для автоматичного відкриття дверей, коли хтось підійде до будинку (також для охоронних тривожних цілей).

### **Висновки по проекту**

Переваги:

- 1) Реалізація одразу декількох функцій в системі “Розумний Дім”.
- 2) Простота конструкції макету.
- 3) Можливість відтворення системи особою, яка не володіє ґрунтовними знаннями в програмуванні (задавання задач відбувається через програмне забезпечення компанії-виробника, яке має прозорий алгоритм роботи).

Недоліки:

- 1) Перший пункт переліку переваг є і недоліком, оскільки, на мою думку, при реалізації більше трьох функцій автор дещо розосереджується, а мав би сфокусувати свою увагу на меншій кількості функцій в системі, однак більш детально розкрити кожен із функцій.
- 2) Поєднання матеріалів можливо було зробити вдалішим при конструюванні – для полегшення з’єднання складових частин одна з одною.



## 1.2 Макет системи “Розумний Дім” із застосуванням системи

Pot  
sda  
mer  
Inte  
llige  
nt  
Ca  
mer  
a  
Syst  
em



ОЗГЛ  
яне

мо проект авторства кафедри комп'ютерних наук Університету Потсдама (дипл.-інж. Філіп Махр).[2] Програмою на кафедрі комп'ютерних наук Університету Потсдама є втілення геріатричного пансіонату «Досвід життя»: це підтримка людей похилого віку або людей, які потребують догляду за допомогою електронних систем, що забезпечують роль помічників в повсякденних завданнях.

Кафедра комп'ютерної інженерії працює в області інтелектуальних домашніх мереж і розширює автоматизацію будівлі за допомогою декількох систем, таких як смарт-камери (Potsdamer Intelligent Camera System) і високодинамічні аварійні системи, управління кольором або прозорі системи вимірювання.

Спеціально був реалізований макет будинку для вивчення різних аспектів інтелектуальних домашніх мереж. Модель має площу приблизно 4м<sup>2</sup> і ділиться на кілька кімнат. Він оснащений електронними жалюзі та вікнами і має різні світлодіодні ліхтарі. Деякі датчики(світла, вітру або дощу) використовуються для отримання даних про навколишнє середовище. Більшість ліхтарів, жалюзі та вікна активуються через EIB / KNX bussystem, керування здійснюється через невеликий сервер, підключений до пристрою з підтримкою мережі. Кожним компонентом “Розумного Дому” можна керувати через портативний пристрій або встановлювати в режим автоматичного виконання.

Для підвищення якості життя з побутовою автоматизацією підвищується безпека та комфорт для мешканців. Тому реалізація алгоритмів, наприклад, залежного від вітру та світла керування вікон та жалюзі, постійна зміна освітлення на робочих місцях, в залежності від пори дня (холодний білий, теплий білий, знижена інтенсивність освітлення при заході сонця, зростаюча інтенсивність при світанку), допомагає поліпшити якість життя.

Також у цьому проекті розглядаються питання моніторингу мешканців для виявлення потенційних небезпечних ситуацій або інтелектуального вимірювання споживання енергії пристроями в будинку. Проте розглядаються також інші аспекти, такі як світлове забруднення або віковий інтерфейс.

Отже, можна виокремити наступні напрямки досліджень в проекті:

- домашня автоматизація з KNX / EIB і DMX з використанням домашнього сервера та веб-контролера;
- кольоровий контроль RGB-світла з використанням психології кольору;
- бездротова прозора система обліку енергії для розумних середовищ;

- виявлення падіння об'єкта чи особи на основі зйомки камери.

### **Висновки по проекту**

Переваги:

- 1) Акцент на питанні поліпшення умов життя людей похилого віку в системі “Розумний Дім”.
- 2) Доволі якісна реалізація макету у великому масштабі.
- 3) Впровадження системи розумних камер для виявлення нестандартних побутових ситуацій та миттєвої реакції на них.

Недоліки:

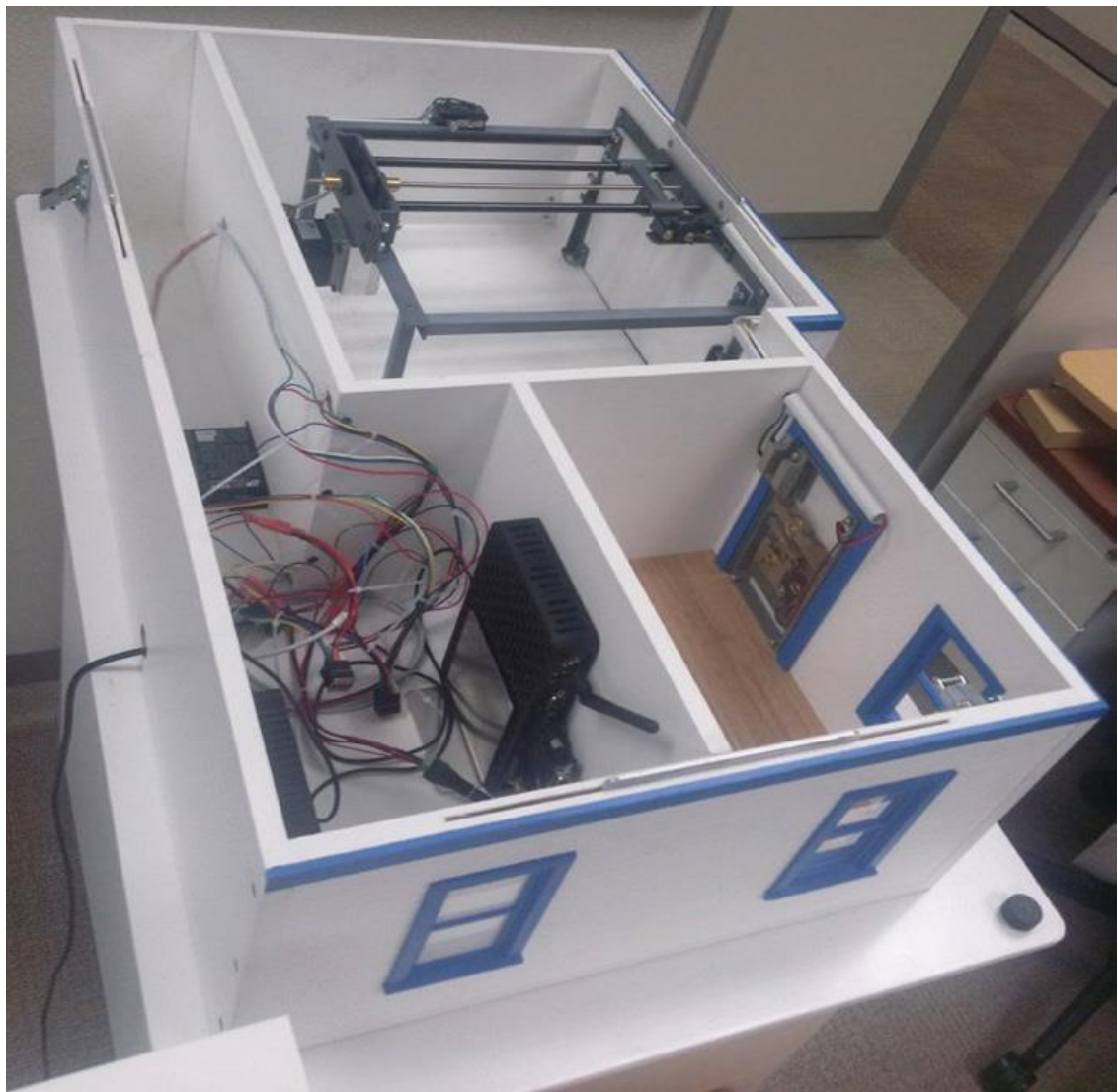
- 1) Недостатня вичерпність джерела, що не дає ґрунтовно підійти до оцінки проекту в цілому.
- 2) Складність відтворення проекту, необхідність спеціалізованих верстатів та пристроїв для виготовлення складових частин.

### **1.3 Макет системи “Розумний Дім” із застосуванням Intel IP Developer Kit and Grove**

Розглянемо проект Пітера Н. (Intel).[3] Для демонстрації системи “Розумний Дім” була створена концепція за допомогою Intel IP (Інтернет Речей) Developer Kit and Grove, разом з додатком для промислового рішення за допомогою Intel IoT Gateway, промисловими датчиками, Intel IoT Gateway Software Suite, хмарними сервісами Intel XDK та IBM Bluemix. Цей набір рішень контролює поточний стан дверей дому та гаража для підвищення безпеки. Шлюз збирає дані з дзвінка, замка, крокових двигунів, а також додатків для дверей гаража для аналітики відомостей.

					БР.171.061.005 ПЗ	27
Змін 3		№ докум №	Підпис			

а  
сво  
єю  
пр  
иро  
до  
ю  
Інт  
ерн  
ет  
Реч  
ей  
(да  
лі  
ІР)  
охо  
пл



ює доступні інновації, з безлімітною різноманітністю проектів, щоб додати інтелект об'єктам.

У той же час, кожен проект базується на досвіді, отриманому промисловістю від попередніх проектів ІР, а найкращі практики пропонують структурні елементи, спільні серед проектів ІР в цілому.

Аби скористатися цими спільними деталями та допомогти збільшити шанси на успіх у процесі розробки, Інтел розробила структурований підхід до розробки проекту ІР. Цей підхід складається з шестикрокової моделі, яка

спрямовує всю реалізацію, яка починається з першої ідеї і проходить до остаточного рішення в полі комерційного розгортання. Шестикрокова модель повинна бути достатньо загальною, щоб її можна було застосувати до будь-якого проекту IP.

### ***Кроки ініціювання***

Автор викладає своє розуміння створення проекту “Розумного Дому” в систему кроків, яку ми і розглянемо далі.

Перші три кроки проекту дослідницькі, орієнтуються на ідеї та оцінку потенціалу проекту для вирішення даної проблеми, готуючись у підсумку до виходу продуктової одиниці на ринок.

Швидке створення прототипів полегшується за допомогою комерційного комплексу розробників Grove IP, який складається з системи NIC Intel, Intel IP Gateway Software Suite і Grove Starter Kit для Arduino і Genuino 101. Проект також використовує плату Arduino 101.

### ***Крок 1***

Перший крок проекту IP полягає у визначенні проблеми, яку проект буде вирішувати. Документація на даному етапі повинна визначати цінність рішення (як користувачам, так і організаціям, які його впроваджуватимуть), а також обмежувати концепцію проекту.

### ***Крок 2***

Розробка початкового рішення пропонує практичний підхід до його побудови, включаючи апаратні засоби, ПЗ та елементи мережі. Конструкція вирішує завдання та обмеження для створення прототипу, включаючи належне врахування факторів вартості і безпеки.

					<b><i>БР.171.061.005 ПЗ</i></b>	29
Змін 3		№ докум №	Підпис			

### ***Крок 3***

Потрібно будувати і вдосконалювати концепцію. Зміни в проектуванні на основі недоліків та додаткових можливостей, виявлених під час етапу тестування, повинні бути задокументовані як частина цього етапу.

### ***Крок 4***

Створити міцну бета-версію. Після схвалення проекту іде робота по втіленню ринкового продукту, який призначений для завершення проекту. Ця версія являє собою значні інвестиції у ресурси.

### ***Крок 5***

Оцінити функціональну багатогранність і надати додаткових функції. Завершена версія проекту перевіряється, щоб звірити правильність його роботи відповідно до проектних параметрів

### ***Крок 6***

Завершити проектування і перейти у виробництво. Цей етап також включає остаточне планування для маркетингу та мерчу рішення, перш ніж перейти до остаточного виробництва.

Далі будуть розглянуті лише деякі з цих кроків.

*Головні акценти при реалізації були зосереджені на таких елементах:*

***Вхідні двері:*** система заблоковує та розблоковує двері і надає відповідний статус, а також відчинений / зачинений стан дверей на макеті.

***Дверний дзвінок:*** коли кнопка дзвінка натиснута на макеті, це візуалізується в мобільному додатку.

					<b><i>БР.171.061.005 ПЗ</i></b>	
Змін 3		№ докум №	Підпис			30

*Двері гаража:* юзери можуть відправляти команди з мобільного додатку, щоб піднімати і опускати двері гаража. Мобільний додаток також відображає статус дверей і надає попередження, якщо двері заблоковані від закриття.

### ***Вибір блоку апаратного забезпечення***

Для цього проекту авторами був обраний малоформатний Інтел NUC



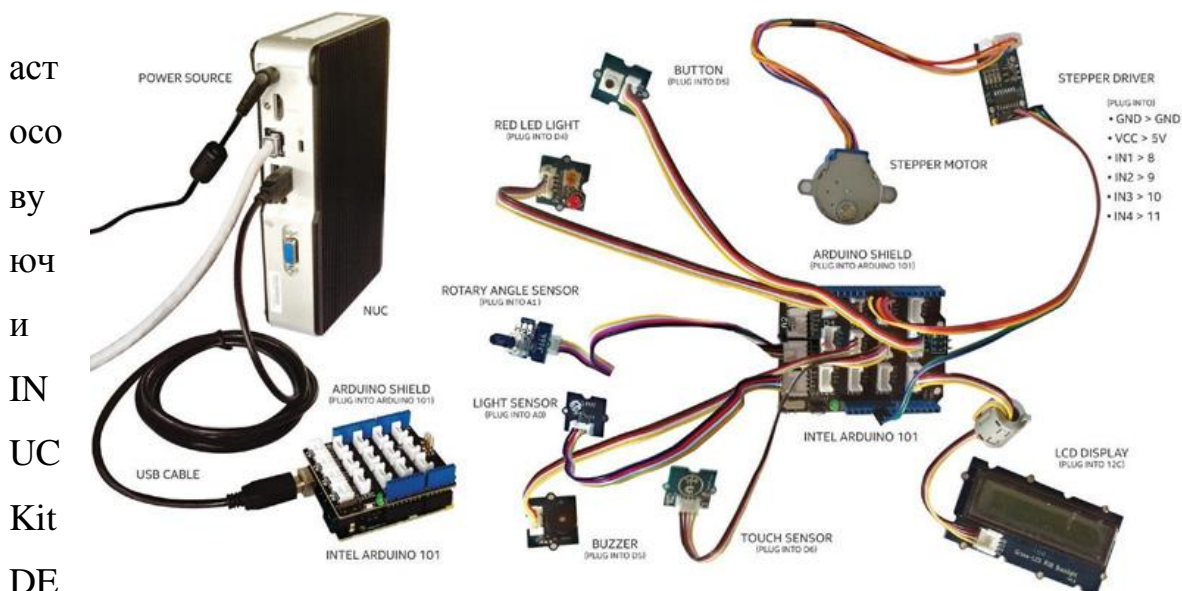
DE, оскільки він перспективний для даного проекту. На базі процесора Інтел Атом Е 3815, INUC пропонує невентильоване рішення, 4 Гб вбудованої флеш-

пам'яті (і підключення SATA для додаткового зберігання), а також широкий спектр портів вводу / виводу. INUC задуманий як дуже компактний і легко налаштовуваний пристрій, що надає можливості в масштабі настільного ПК.



Для спрощення процесу взаємодії з давачами, команда авторів скористалася екосистемою Ардуіно, а платою Ардуіно 101. Ця плата робить INUC сумісним з апаратними засобами та контактами.

### *Побудова прототипу системи “Розумний Дім”*



, плату Ардуіно 101 і Грув Стартер Кіт, команда розробила прототип системи (поки без макету), зображений на рисунку.

Прототип побудований з метою показати робочу спроможність зібраної схеми, яка не прикріплена до механічних деталей, таких як двері, Тут датчик кута повороту використовується для імітації фіксації і розблокування передніх дверей, кроковий двигун стоїть за дверима гаража, а проста кнопка функціонує так, як кнопка дзвінка до дому.



Нижче зображена остаточна версія топології схеми:

Варто зазначити, що проект має власний мобільний додаток, а також зв'язок безпосередньо з користувачем через хмарні сповіщення.

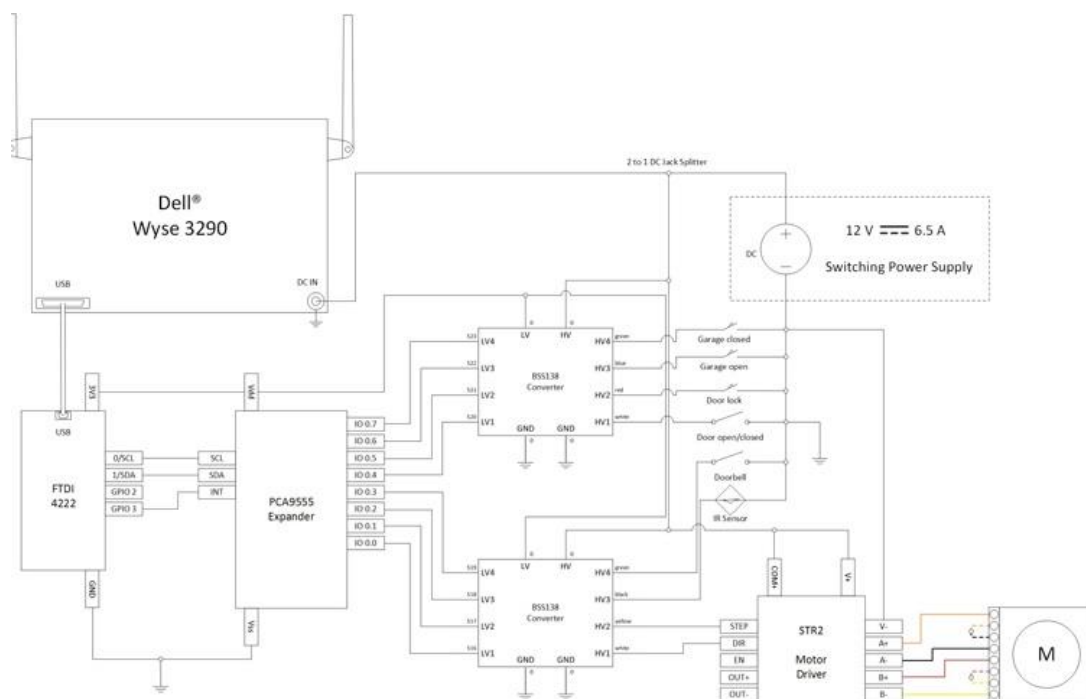
### Висновки по проекту

Переваги:

1) Проект є високотехнологічним, тут застосовуються продукти компанії Інтел, які якнайкраще поєднуються одне з одним за рахунок власного програмного забезпечення.

2) Над проектом працювала команда фахівців, яка ставила собі за мету створити продукт, конкурентоспроможний на ринку послуг даного напрямку.

3) Автори дають вичерпне джерело з повним переліком етапів – від



проективання до готового продукту.

Недоліки:

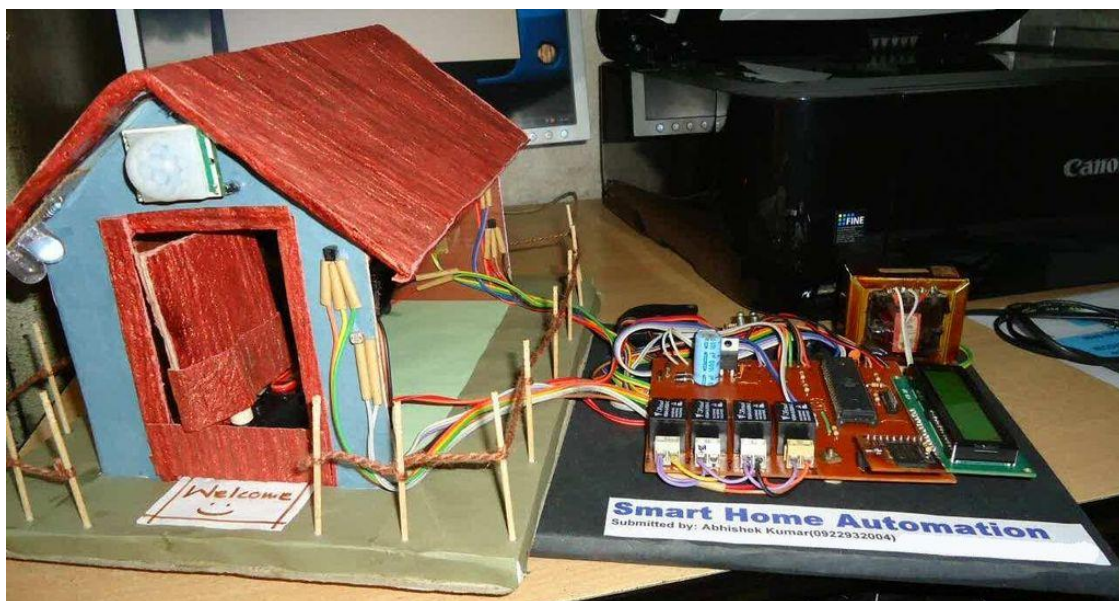
1) Складність побудови проекту, необхідність ґрунтовних знань в програмуванні, роботі з мобільними додатками та досвіду роботи з відповідним програмним забезпеченням.

#### 1.4 Автоматизація системи “Розумний Дім” із застосуванням Андроїд

Розглянемо проект авторства abhishek7xavier.[4]

Варто зазначити основні параметри та особливості, а саме:

- Бездротове керування одразу чотирма побутовими приладами (з можливістю їх розширення з урахуванням вільних контактів).
- Контролювання параметрами стану будинку: температурою всередині і за межами, інтенсивністю світла, реакцією на рух (присутність) біля головних дверей.
- Відкривання / закривання дверей бездротово.
- Андроїд-додаток захищений особистим паролем і контролюється лише користувачем.
- Автоматично освітлюється приміщення, зовнішнє освітлення та



вимикається / вимикається, коли інтенсивність світла та температурні показники перевищують запрограмовані порогові (це функція СЕНСОМЕЙТ).

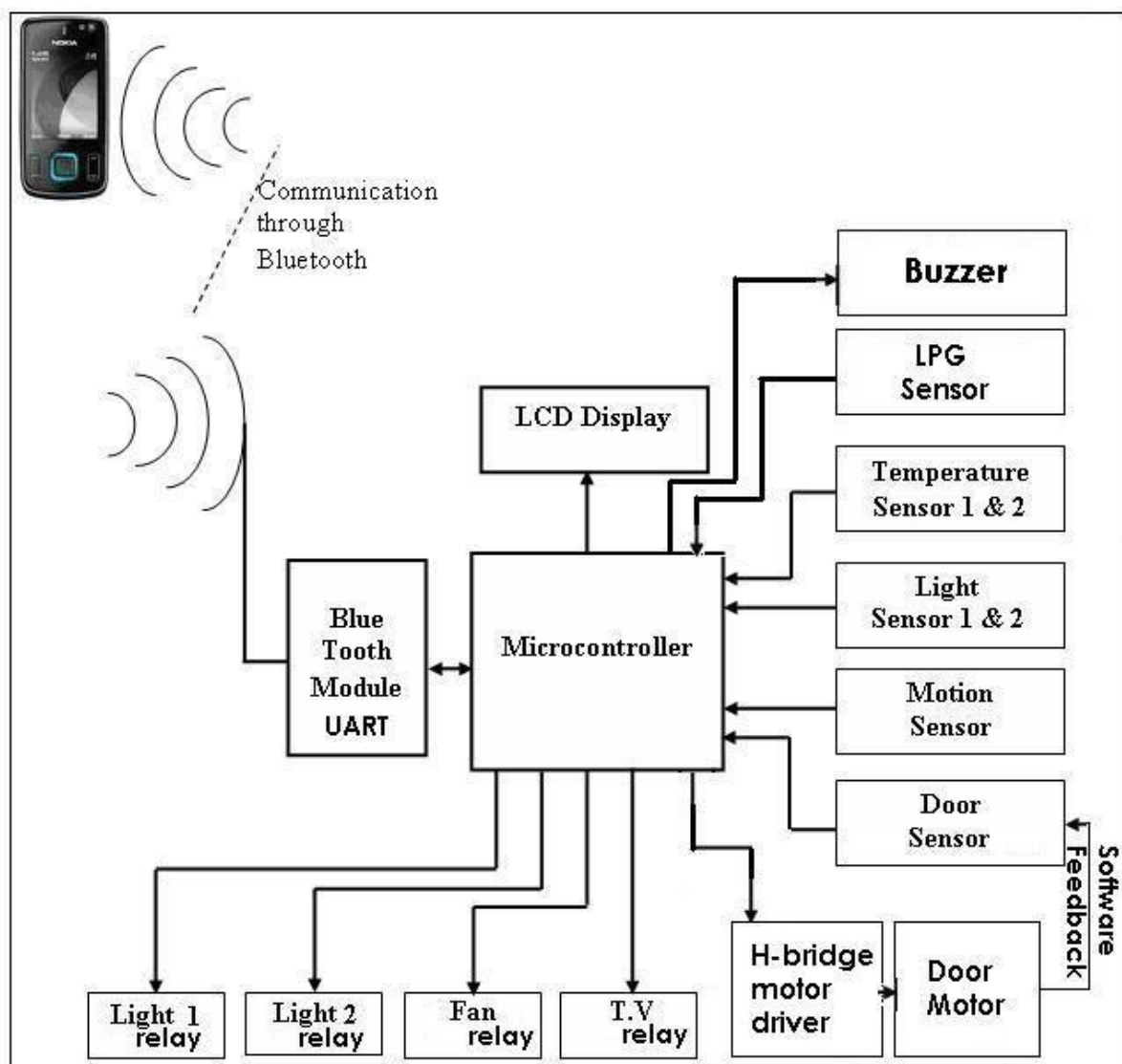
– Автоматичний контроль витоків зрідженого газу та можливості виникнення пожежі: якщо відбувається значна зміна якогось із чинників, миттєво вимикається вся побутова техніка і відчиняються двері.

– Наявний “Режим сну” - після активації вимикає світло та запрограмовує датчик руху та датчик дверей, щоб увімкнути тривожний сигнал, якщо щось піде не так.

– Використовується Блютуз, що дає змогу юзеру використовувати андроїд-телефон у визначеному діапазоні (10-100м).

### ***Структурна схема системи “Розумний Дім”***

Роль головного елемента в системі грає мікроконтролер, що здійснює обробку даних і прийняття відповідних рішень. Він збирає дані з датчиків і порівнює їх із запрограмованими показниками функціональних процесів, що зберігаються в ЕЕПРОМ мікроконтролера. РК-дисплей розміром 16x2 використовується для відображення повідомлень, стану пристрою та актуальних показів сенсора. Він напряму вмикається до мікроконтролера



в 4-бітному адресному режимі. Будь-якого разу, коли виникає нова подія (наприклад пожежна сигналізація), це відображається на дисплеї.

Присутній модуль Блютуз ЮАРТ, підключений до послідовного порту мікроконтролера. Він виступає в якості точки доступу для андроїд-клієнта з іншого боку, діє як повна заміна послідовного кабелю для послідовного порту. Дані обмінюються послідовно між двома пристроями. ПІН-код стану ЛІНК для мікроконтролера від Блютуз ЮАРТ повідомляє, що клієнт Андроїд успішно підключений до хосту. Для управління двома джерелами світла всередині і назовні будинку, вентилюючого пристрою і телевізора є чотири реле, підключені до мікроконтролера через транзисторну схему буфера НПН. Реле споживають багато струму в момент активації, м/к на будь-якому

виводі живить тільки на 20 мА , тому буферний контур є максимально необхідним між реле і м/к.

У проекті є п'ять типів датчиків. Для визначення рівня інтенсивності світла використовуються два датчика СЗР (світлозалежні резистори, сполучені з входом АЦП м/к). Для визначення температурного рівня використовуються два н/п датчика температури з аналогових пристроїв (теж сполучені з входом АЦП мікроконтролера).

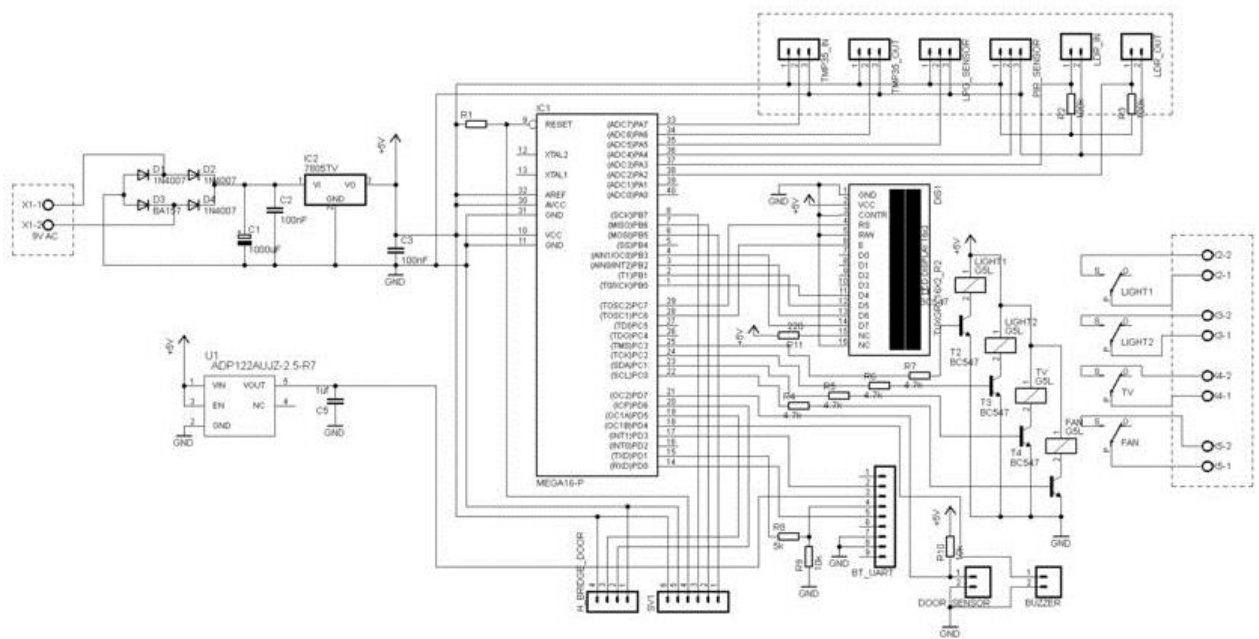
Аби відстежити витік газу у будинку, був використаний датчик MQ-5 . Також є перемикач для відстежування стану дверей. Цей датчик з'єднаний з цифровим входом м/к. Для виявлення присутності та руху – датчик ПЕІ (піроелектричний інфрачервоний), який має цифровий вихід (також підключений до цифрового входу мікроконтролера).

Парадні двері приводяться в дію двигуном постійного струму із переміщенням із положення 1 в положення 2 (двостороння направленість роботи). Для цього використаний ланцюжок транзистора нпн-типу на основі Н-моста, драйвер двигуна, з'єднаний з цифровим виходом м/к.

Мікроконтролер контролює рух і напрямок двигуна для виконання функції дверей. Програмний ЗЗ вмикається між двигуном і виходом датчика дверного перемикача: як тільки двері досягають граничного положення і зачиняються, двигун автоматично завершує роботу для запобігання аварійних ситуацій з пошкодженнями.

### ***Схема електрична принципова***

Є вхід 9В змінного струму з вторинного виходу трансформатора, подається на мостовий випрямляч, відбувається перетворення змінного струму в постійний струм за допомогою чотирьох діодів 1N4007. Далі йде конденсатор (1000мФ, 16В) та незначний конденсатор 100нФ – для фільтрації живлення постійного струму і видалення всіх змінних компонент. Після фільтрації джерело постійного струму перетворюється в регульоване



живлення 5В постійного струму за допомогою регулятора LM7805. Кероване

живлення 3,3В відбувається з регулятора ЮА78М33, чий вхід надходить з регульованого виходу 5В регулятора напруги LM7805. Кероване живлення 5В необхідне для управління мікроконтролером, датчиками та реле, для модуля Блютуз ЮАРТ необхідне кероване 3,3В.

Автор проекту застосовує п'ять типів датчиків. Для визначення рівня інтенсивності світла є два датчика СЗР. Один з виводів СЗР підключений до  $U_{cc}$  через 330кОм резистор і землю. Це створює різницю потенціалів та подається на виводи а-3 і а-2 мікроконтролера відповідно. Для визначення температури – два н/п датчика температури. Два штиря з'єднані з БЖ (блок живлення) для живлення датчиків, а третій вивід підключений до каналу АДС-7 і АДС-6 мікроконтролера. Для детектування витоку газу – давач MQ-5 і це інтерфейс до входу каналу АДС-5 мікроконтролера.

При детектуванні витоку газу вихідний сигнал датчика СЗР крок за кроком зменшується, і це розуміє АЦП мікроконтролера. Цей датчик з'єднаний з цифровим входом Д-7 мікроконтролера. Коли двері закриті, перемикач закривається, а вихідний сигнал низький через обхід землі. Коли

двері відкриті, перемикач відкритий і він обходить логіку через 10кОм резистор до виходу.

Для виявлення присутності та руху – датчик ПЕІ (піроелектричний інфрачервоний), який має цифровий вихід, і він також підключений до цифрового входу (а-4) мікроконтролера. Коли детектується рух, вихід покидає межі стабільного стану на декілька секунд і повертається до низького рівня у випадку відсутності руху.

Н-мостова схема – для управління двигуном постійного струму в обох напрямках. Він також може використовувати реле, але було віддано перевагу БJT. Вона складається з чотирьох транзисторів вс107 НПН. Два транзистора VT1 і VT2 включені послідовно, VT3 і VT4 теж послідовно. Бази всіх цих транзисторів є захищеними резисторами r1-r4 обмеження струму.

Базові сигнали для всіх транзисторів однакові. Операція наступна: коли Сигнал-1 має логічну 1 і Сигнал-2 має логічний 0, будуть вмикатися VT1 і VT4 і повертатимуть двигун в одному напрямку. Всі чотири транзистори тут як прості комутатори.

### **Висновки по проекту**

Переваги:

- 1) В проекті використано операційну систему Андроїд.
- 2) Можливість керування процесами в системі через Блютуз.
- 3) Порушене питання сигналізування витоку побутового газу, що є нетиповим серед низки подібних проектів.
- 4) Викладені автором в мережу матеріали по темі допомогли користувачам сконструювати проект власноруч.

Недоліки:

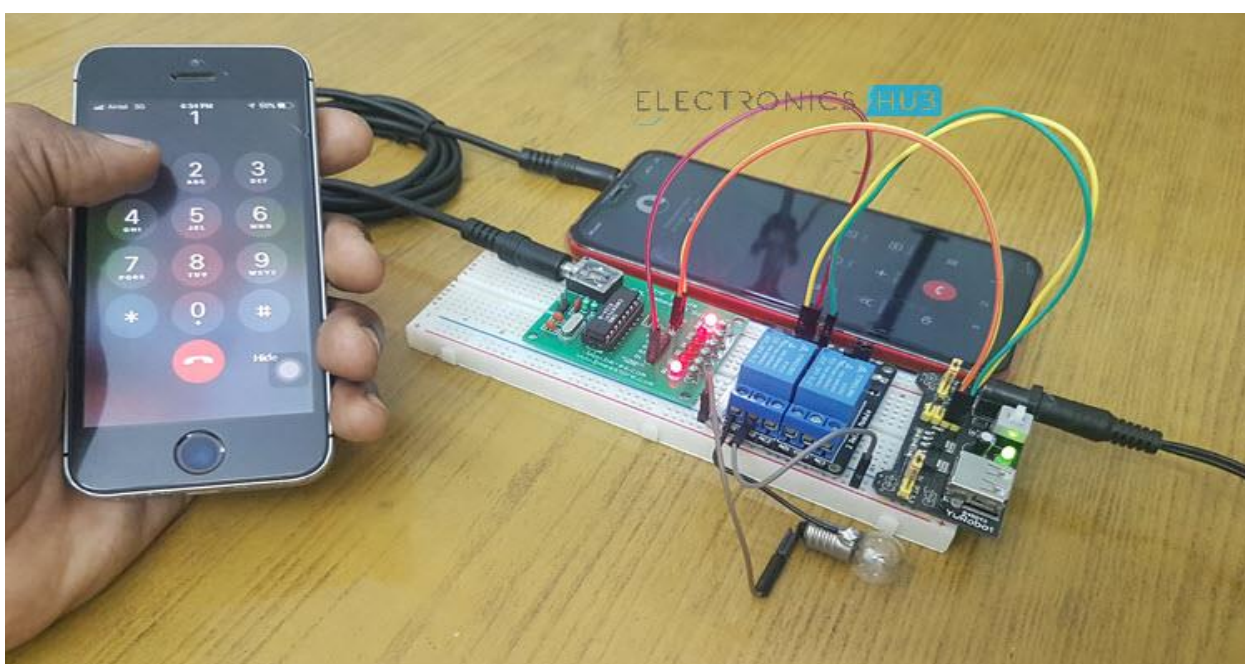
					БР.171.061.005 ПЗ	39
Змін 3		№ докум №	Підпис			



1) При якісному підході до виконання електронної частини автор знехтував якістю конструювання макета.

### **1.5 Система “Розумний Дім” на базі мобільного контролю побутовими приладами без використання мікроконтролера**

Розглянемо проект, реалізований як безмакетна система з ресурсу Electronics Hub.[5] Автор розповідає, як розробити просту схему, що реалізовується без інтегрування в неї мікроконтролера та застосування



навичок програмування.

Проект порушує питання безпеки власного будинку. Мабуть для багатьох знайома ситуація, коли, ідучи з дому, людина, заклопотана справами, забуває перевірити, чи вимкнені побутові прилади, техніка і освітлення (праска, телевізор, комп’ютер, обігрівач, DVD-програвач, електродуховка, газова плита, електрочайник, мікрохвильовка, світильники тощо), в результаті чого може відбутися аварійна ситуація або виникнути пожежна небезпека.



Для якісного вирішення можливих проблем в проекті пояснюється, як розробити схему, працюючу віддалено і автоматично вимикаючу прилади та пристрої опісля завершення внесеного часового інтервалу. Досі розглядалися проекти реалізації функціонування процесів в системі “Розумний Дім”, які керують пристроями через мікроконтролер. Головна перевага цієї схеми – простота – використання доступних електронних компонентів.

### ***Принцип побудови та роботи схеми***

Основним принципом, що використовується в цій схемі, є зв'язок ДТМФ ( Дюел Тоун Малті Фрікуенсі). При з'єднанні із службою обслуговування оператори попросять натиснути ті чи інші цифри для надання відповідних послуг. Розпізнавання натиснутої цифри відбувається саме завдяки принципу ДТМФ.

	1209 Hz	1336 Hz	1477 Hz	1663 Hz
697 Hz	1	2	3	A
770 Hz	4	5	6	B
852 Hz	7	8	9	C
941 Hz	*	0	#	D

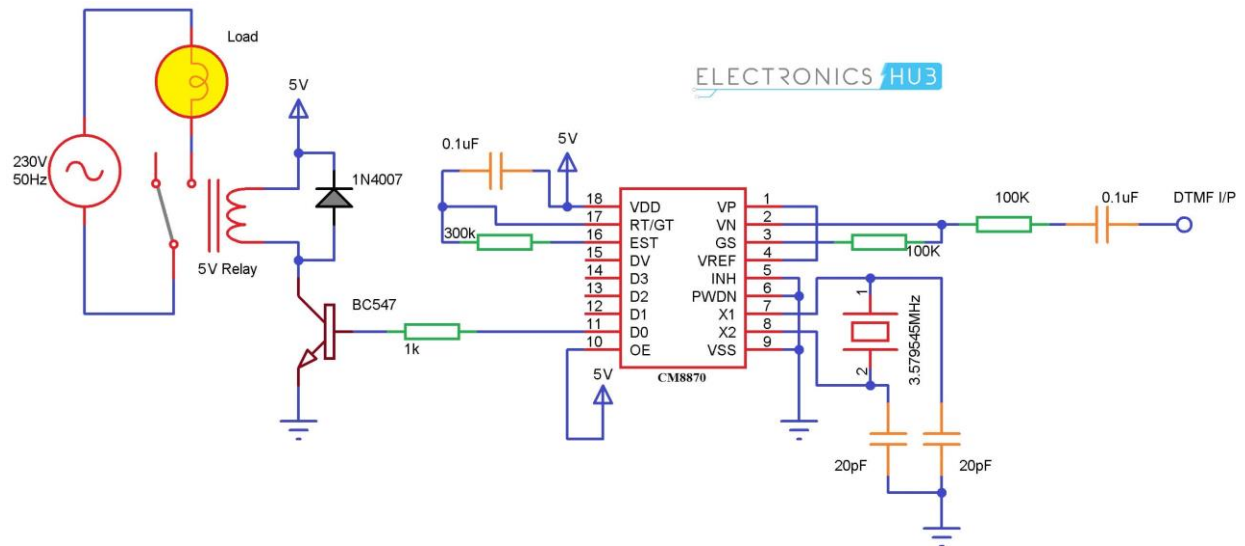
При натисненні кнопки на мобільному телефоні, сигнал генерується з 2-х частот. Ці 2 частоти тону є частотами рядків і стовпців цієї конкретної кнопки. Наприклад, при натисненні кнопки “1” тон генерується сумою 697Гц і 1209Гц.

Ці сформовані тони декодуються в комутаційному центрі для визначення, яка ж саме кнопка натиснута. Тепер ми маємо використовувати ці ДТМФ тони для керування пристроями з віддаленої зони. Для декодування цих ДТМФ-тонів у приймачі необхідно використовувати ДТМФ-декодер. ІС декодер перетворює ці тони в цифрову форму. Наприклад, якщо натиснути

номер “5” на клавіатурі мобільного пристрою, то вихідний декодер ДТМФ має значення “0101”.

### *Принципова електрична схема*

Нижче представлена схема та перелік електронних компонентів:



- МТ-8870 ДТМФ декодер;
- Модуль реле 5В;
- 230 В, 50 Гц двигун змінного струму;
- ВС-547 транзистор;
- 3.57 МГц кристал;
- 3,5 мм аудіороз'єм;
- світлодіод;
- 1Н4007 діод;
- 0.1мкФФ два керамічні конденсатори;
- 20 пФ два керамічні конденсатори;
- резистори (1/4 ват) - 1КОм, 100КОм х 2, 300КОм;
- з'єднувальні проводи;
- макетна плата.

Аудіокабель підключається до аудіороз'єму 3,5 мм між мобільним телефоном приймача та платою приймача ДТМФ. Пін D0 (зазвичай Q1) підключений до входу модуля реле. Основним електронним компонентом схеми є декодер MT-8870 ДТМФ (тут називається CM-8870 IC). Коли відбувається виклик на мобільний телефон, MT-8870 забезпечує високий імпульс на 15-му виводі після одержання сигналу. Далі, якщо натиснути 1 з мобільного, вихід декодера IC на виводи Q1, Q2, Q3 і Q4 складе 1, 0, 0 і 0 відповідно.

Оскільки пін Q1 підключений до входу реле, він буде активний і навантаження буде увімкнено. Щоб вимкнути навантаження, натискається будь-яке число, яке зводить Q1 до 0-ля, наприклад 2.

В цій таблиці представлені двійкові виходи, які відповідають кнопкам, натиснутим на мобільному телефоні.

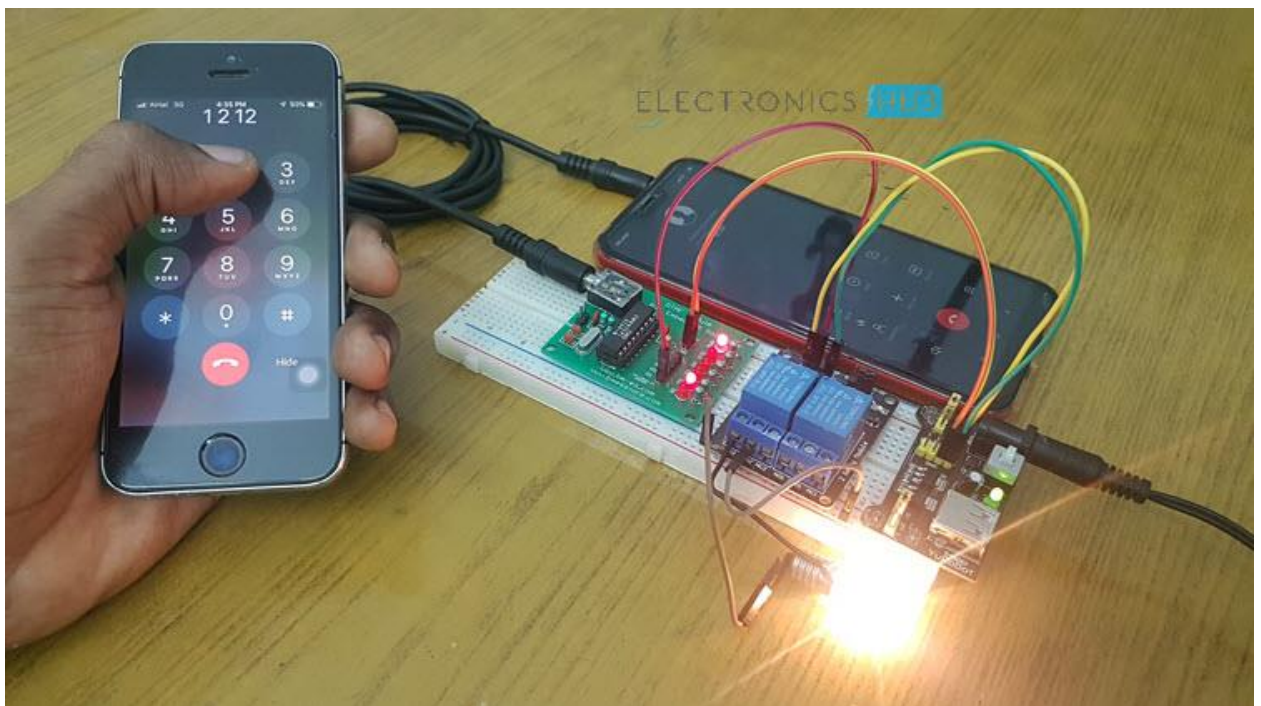
					БР.171.061.005 ПЗ	
Змін 3		№ докум №	Підпис			43

Button	Low DTMF frequency (Hz)	High DTMF frequency (Hz)	Binary coded output			
			Q1	Q2	Q3	Q4
1	697	1209	0	0	0	1
2	697	1336	0	0	1	0
3	697	1477	0	0	1	1
4	770	1209	0	1	0	0
5	770	1336	0	1	0	1
6	770	1477	0	1	1	0
7	852	1209	0	1	1	1
8	852	1336	1	0	0	0
9	852	1477	1	0	0	1
0	941	1336	1	0	1	0
*	941	1209	1	0	1	1
#	941	1477	1	1	0	0

Автор дає поетапні вказівки щодо приведення схеми в дію:

- 1) З'єднайте елементи як показано на схемі.
- 2) Переконайтеся при підключенні, що немає взаємного зв'язку між джерелами змінного та постійного струму.
- 3) Вставте аудіороз'єм у мобільний і утримуйте його у режимі автоматичної відповіді.
- 4) Мобільний повинен бути в загальному профілі, а тони клавіатури мають бути в звуковому режимі.

- 5) Тепер телефонуйте на мобільний – оскільки він знаходиться в режимі автоматичної відповіді, він автоматично прийме виклик.
- 6) Коли дзвінок прийнятий, натисніть номер 1 у своєму мобільному телефоні. Це активує реле.
- 7) Для вимкнення реле, натисніть 2.



### **Висновки по проекту**

Переваги:

- 1) Контроль побутових приладів і пристроїв на великих відстанях
- 2) Відсутність мікроконтролерів та програмування.
- 3) Поручене питання безпеки будинку, яка досягається шляхом вимикання побутових приладів у разі їхнього функціонування на час відсутності мешканців вдома – попередження аварійних ситуацій.

4) Зрозумілий алгоритм роботи схеми та послідовність дій.

Недоліки:

1) При якісному підході до виконання електронної частини автор повністю відмовився від конструювання макета.

2) Відсутня безпекова складова, оскільки кожен, хто здійснить дзвінок на телефон-приймач, керуватиме системою.

3) Обмежена кількість пристроїв для підключення до схеми.

### **Узагальнений висновок**

Метою першого розділу бакалаврської дипломної роботи на тему “ Навчально – лабораторний стенд “ Розумний Дім” ” був аналіз існуючих систем “ Розумний Дім” за літературними та мережевими джерелами.

Для аналізу було обрано п’ять проектів:

1) *Макет системи “Розумний Дім” на базі контролера USB з ЧПК PoKeys56U.*

2) *Макет системи “Розумний Дім” із застосуванням системи Potsdamer Intelligent Camera System.*

3) *Макет системи “Розумний Дім” із застосуванням Intel IP Developer Kit and Grove.*

4) *Автоматизація системи “Розумний Дім” із застосуванням Андроїд.*

5) *Система “Розумний Дім” на базі мобільного контролю побутовими приладами без використання мікроконтролера.*

Відібрані проекти таким чином, аби продемонструвати різноманітність технологічних та конструкторських рішень, яку кожен з авторів застосував у власній роботі. Ключовими параметрами для автоматизації в системах

“Розумного Дому” були обрані: контроль освітлення, опалення, вентиляція та кондиціонування, система безпеки тощо. Інструментами для вирішення поставлених завдань стали: операційні системи, програмні забезпечення, технології бездротового зв’язку. Варто зазначити, що проаналізовані макетні проекти системи “Розумний Дім” виконувалися як фахівцями провідних світових компаній в галузі електроніки та науковцями, так і звичайними радіолюбителями.

В своєму дипломному проекті я хочу запропонувати систему “Розумний Дім”, яка не має аналогів у макетному виконанні. Це “Система безперервної подачі сонячного та штучного потоку світла в приміщення” (або Система безперервної подачі світла – СБПС). Макет являє собою відтворений у масштабі житловий будинок із двома видами вікон: вікна з віконницями та вікна з ролетною системою монолітних жалюзі – *поверхні віконниць і жалюзі віддзеркалюючі*. Система приймає промені сонячного або штучного світла та спрямовує їх безпосередньо у будівлю, підтримуючи освітлення, максимально використовуючи для цього випромінювання від джерел.

Макет містить в собі кілька другорядних “фішок”, а його конструктивні особливості дозволяють у майбутньому реалізувати у повному обсязі ті функції, які були розглянуті в проектах “Розумного Дому” цього розділу.

## **2. Поняття, основні функції та високотехнологічні особливості системи “Розумний Дім”**

### **2.1 Історія і напрямки розвитку галузі**

*Розумний Дім* – це інтелектуальна, високотехнологічна система автоматизації побутових процесів, побудована із використанням мережі зв’язків між електронними пристроями на базі програмного забезпечення.





надзвичайної функціональної гнучкості, якщо порівнювати із звичайними системами установок контролю і реагування.

Отже, які функціональні особливості повинні реалізовуватись в мережі “ Розумний Дім ” ? Якщо звернутися до думки активних користувачів таких систем та осіб, що активно розмірковують над інтеграцією цієї безумовно корисної технології в своєму будинку чи офісі, то отримаємо 3 наступні очікувані функції:

*1) Підвищення рівня безпеки нерухомої власності та її мешканців.*

Це, мабуть, первинний поштовх впровадження розумних дрібничок у власному будинку. Наявний зростаючий попит на забезпечення контрольованого доступу, ідентифікації осіб, виявлення будь-якої нештатної активності на об’єкті та попередження центру реагування про імовірність виникнення або прогрес аварійної ситуації. Все більше споживачі заявляють про свою готовність сплачувати серйозні кошти за вищий рівень безпеки і спокій своєї родини.

*2) Економічні підходи до споживання енергії.*

Енергетичний менеджмент, завдячуючи новим технологіям, допомагає пришвидшеному процесу скорочення споживання електроенергії в межах будинку та будівель господарського призначення на прилеглій території. Ідейна складова полягає у віддаленому контролі розумного розподілу використання енергії через зміну освітлення, систем ОВК (опалення, вентиляція і кондиціонування), побутовими приладами.

По суті, головною мотиваційною частиною власників домогосподарств в переході на розумну автоматизацію залишається зменшення рахунків за спожиту електроенергію. Якщо проаналізувати статистичні дані авторитетних ресурсів, ми побачимо, що встановивши в себе розумне обладнання, можна на третину скоротити витрати на електроенергію. Власне

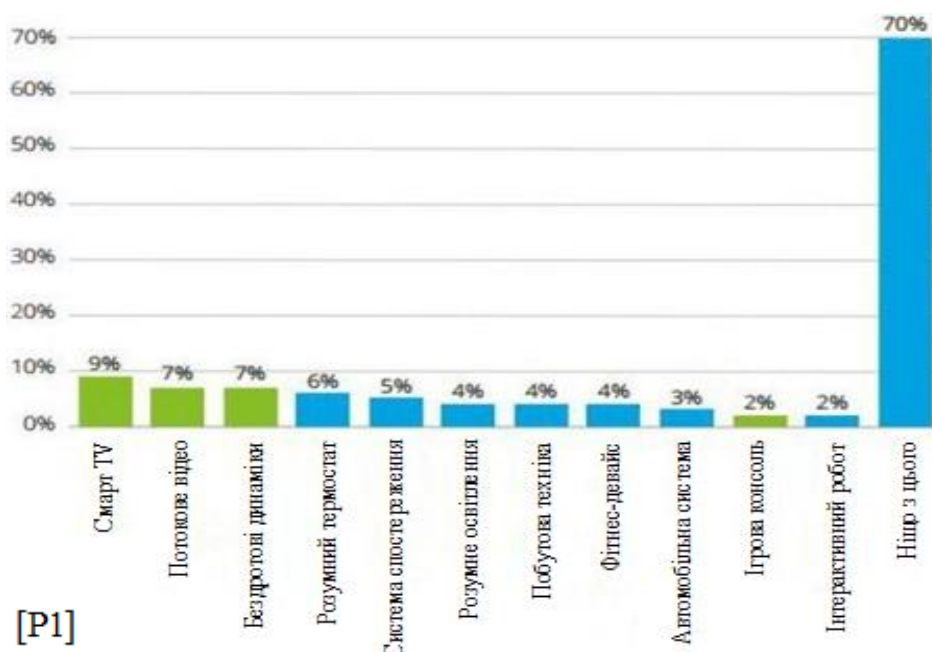
кажучи, цей факт підсвідомо випереджає всі можливі переваги, що отримуються у разі застосування таких економічних підходів ( наприклад, зниження негативних впливів на екологію).[9]

### 3) Забезпечення комфорту.

Поліпшується якість життя, шляхом утримування теплової рівноваги, вологість і чистоти повітря. Окрім цього, розумний дім контактує зі споживачами через можливість доступу до дистанційних систем керування.

Незважаючи на привабливість системи та різноманіття варіантів її наповнення, люди не поспішають витратитися на подібні інновації. Нижче приведено діаграму на прогнозований попит на продукти системи Smart Home.

Попит на продукцію РД залишається обмеженим. Скажімо, близько 70% опитаних громадян в Сполучених Штатах не мають наміру купувати смарт-продуктів за наступний рік. Якщо не враховувати у відсотковому співвідношенні смарт-покупки вже зареєстрованих користувачів, то досить високі показники витрат на розумну продукцію серед споживачів-новачків



[P1]

Заплановані витрати на пристрої-компоненти системи Smart Home на 1 календарний рік ( статистичні дані на липень 2016 року)

галузі займають наступні товарні одиниці:

- Термостати – 6% від запланованих покупок протягом року;
- Пристрої охорони – 5% від запланованої вартості покупок за рік;
- Розумне освітлення – 4% від запланованих покупок протягом року.

Сполучені Штати не випадково згадані у приведених статистичних даних. Тому не дивно, що за ринковими прогнозами країни Північної Америки ( США і Канада ) очолюватимуть світовий Смарт-ринок.[10] Ключові інноваційні розробки зароджуються саме тут, де після успішного



запуску на власному ринку розповсюджуються по всьому світу.

Вище зображено діаграму доходів від галузі та прогнозований на дохід через 5 років (починаючи з 2016-го).

[P2]

Діаграма демонструє зростання доходів в три рази у період з 2016 по 2021 рік в Сполучених Штатах Америки. Завдяки інноваційному вектору

розвитку Китайської Народної Республіки та власним розробкам вже в 2021 році очікується зростання валютних надходжень в 11,3 разів.

Тихоокеанський регіон та Південна Азія стануть одними з лідируючих в цей період. Країни Європейського Союзу, а також інші держави Європи дещо поступаються у обсягах, проте цей дефіцит очікувано покриється за рахунок країн-лідерів ЄС – Сполученого Королівства, Франції, Німеччини.

## **2.2 Конкуренція на Смарт-ринку**

На сьогодні ринок наповнений безліччю компаній через різноманітність продукції і послуг, в яких зацікавлені споживачі та потенційні покупці. Запекла конкуренція між компаніями-гравцями не втрачає свого градусу. Особливу нішу продовжують займати *енергетичне управління та безпека*.

Боротьба інтернет-флагманів розпочалася з новою силою в останнє десятиліття з приходом новацій від платформ Smart Home (Самсунг РР, Епл Хоумкіт) до розвитку технології обробки голосу (Амазон Алекса і Помічник Гугл).[11]

Слід згадати про телекомунікаційні компанії: кожна з них шукає шляхи для реалізації своїх можливостей в системі “Розумний Дім” і втілює їх – це елемент цифрової стратегії диверсифікації. Компанія AtandT, наприклад, пробує реалізувати зв’язок одразу між декількома лініями: авто із власною локальною мережею, будинок, що базується на Інтернеті Речей, і система дистанційного моніторингу/впливу здоров'я. Для такої компанії як Дойче Телеком, розумний дім діє в пакеті додаткових послуг.[12]

Віднедавна мережа магазинів роздрібної торгівлі меблями ІКЕА запустила власні пропозиції Розумного Дому на основі Zigbee.

Категорії гравців, залучених до технології Smart House	
Системи автоматики	Control4 HomeSeer Schneider Electric
Енергетичні системи	Honeywell legrand
Освітлення	OSRAM Philips
Побутові прилади	SAMSUNG LG GE Appliances AEG
Роздрібна торгівля	IKEA
Незаплановані	LIFX Philips Withings August
Інтернет	Amazon Google Apple
Телекомунікації	T-Mobile AT&T Vodafone Telefonica
Провайдери охоронних систем	Verisure ADT
Енергетичні лідери	EDF Vattenfall
Страхові компанії	Allianz [P3]

### 2.3 Стан технології

“Розумний Дім” – це величезна екосистема із колосального числа технологій із власним функціональним плануванням, що використовує в безліч протоколів зв’язку між модулями: створюється перепона на шляху розвитку.

Ринок переповнюється пропозиціями компаній, які потурбувалися, щоб їхні продукти одержали власні технології та автономність роботи, спеціальні програмні додатки. Всі ці чинники призводять до ускладненості або ж неможливості роботи пристроїв один з одним.

## 2.4 Можливість консолідації

Зміни, пов'язані із систематизацією стандартів, відбуваються занадто повільно. Технологічні новації виникають в кожній області, проте їхні фундаментальні основи різняться, постає запитання сумісності.

На сьогодні існує безліч ініціатив щодо взаємосумісності смарт-системи – різноманітність розробників та їх продукту. З'явилися перші ознаки консолідації в Росії стандарти та уніфікація інтерфейсів як описано нижче.

Фонд відкритих міжзв'язків (ФВМ) є найбільшим міжгалузевим консорціумом в сфері Розумної Автоматизації, утворився внаслідок злиття ініціативних груп в 2016 році: сам Фонд, IoTivity, Allseen Alliance, AllJoyn. ФВМ підтримується Інтел, Самсунг і Делл в об'єднанні з Alseen. Підтримка Лінукс Фаундейшн складає 23 компанії споживчої електроніки та програмного забезпечення, включаючи LG, Панасонік, Шарп і Qualcomm.[13]

Це злиття стало єднанням 2-х відкритих течій, що об'єднали зусилля для створення ланцюгів сумісності між технологіями, що застосовуються в







Dotdot стане універсальною мовою для Інтернету Речей та забезпечить взаємозв'язок між Zigbee, а й іншими продуктами, що використовують протоколи, насамперед такі як Wi-Fi або Bluetooth.

Щодо другорядних ініціатив, то вони включають:

– Бездротовий форум Інтернету Речей, який заснувала компанія Cisco – орієнтація на зв'язок сумісних комп'ютеризованих програмних стандартів по всьому світу;

– Група “Ниткових” мереж, за підтримки компанії Google, фокусування на малопотужних пристроях на прибудинкових ділянках у тісному співробітництві з ARM, Самсунг і Нест Labs.

### ***Платформа FTTT***

Це означає "If This Then That"[15] ( українською “Якщо Це То Те”) – ресурс, що дозволяє налаштовувати вибіркову синхронізацію між хмарними сервісами та соціальними, а також цілу низку взаємодій на основі власних або створених сценаріїв; веб-інструмент, що дозволяє об'єднати декілька мов та апаратних платформ через використання "рецептів" для створення сценаріїв.

У системі “Розумний Дім” це посприє безпосередньому контакту пристроїв одне з одним, без функціонування типу мережевого концентратора, працюючи як канал.

Можливим прикладом "рецептів" може бути такий варіант: "Якщо температурне значення термостата “Х” сягає 100 градусів за Цельсієм, тоді значення “У” має сповіщати тривожний сигнал". ЯЦТТ була прийнята і застосована численними розробниками в їхніх інтерпретаціях “Розумного



Дому”, працює з Гугл Хоум, Самсунг Smart Things, термостатом фірми Нест, лампочками LIFX тощо.

Певні компанії розвивали платформи для сумісної взаємодії пристроїв (наприклад, Apple HK або Самсунг ST). В результаті без проблем реалізуються розробки на міжзв'язках апаратного і програмного забезпечення.

Амазон пропонує новий спосіб взаємодії між продуктами, розвиваючи

Порівняльна таблиця комунікаційних технологій і стандартів зв'язку				
Технологія / Протокол	Частота	Переваги	Недоліки	Придатність для застосування
<i>Бездротова</i>				
<b>Bluetooth Low Energy</b>	2,4 ГГц	1) Розвинута технологія 2) Легка в реалізації 3) Низька потужність 4) Працює на “таблетці” 5) Триваліший термін служби акумулятора	1) Малі пакети даних	1) Пристрої піклування про здоров'я 2) Фітнес-пристрої 3) Розумні лічильники
<b>NFC</b>	13,56 ГГц	1) Менша витрата енергії 2) Майже миттєве підключення між пристроями 3) Не потрібна потужність пасивних міток	1) Надзвичайно короткий діапазон 2) Дорога 3) Низька безпека інформації 4) Низьке ринкове проникнення	1) Пристрої піклування про здоров'я 2) Фітнес-пристрої 3) Розумні лічильники
<b>Wi-Fi</b>	2,4 ГГц	1) Розвинута технологія 2) Високе проникнення офіс/дім 3) Досяжна висока швидкість передачі даних 4) Легка в реалізації	1) Обмежений діапазон 2) Проблемне проникнення крізь будівлю 3) Високі перешкоди від інших джерел 4) Споживання енергії вище, ніж в тих технологіях, що діють в суб-ГГц діапазоні	1) Базова станція в медичних клініках 2) Розумні лічильники 3) Домашня автоматизація
<b>ZigBee</b>	2,4 ГГц, 920 МГц, 915 МГц, 868 МГц, 780 МГц	1) Повна підтримка IEEE 11073 (пристрій, спеціалізація, профіль) 2) Триваліша робота батарей від низьковартісних “таблеток” для носимих пристроїв (джерело: Альянс ZigBee) 3) Бездротовий діапазон до 70 метрів у приміщенні та 400 метрів поза ним (джерело: Альянс ZigBee)	1) Широко неадаптовано 2) BLE є прямою конкуренцією ZigBee, що забезпечує різні режими / профілі операції. BLE приймається швидше, ніж ZigBee протягом короткого періоду часу	1) Моніторинг здоров'я та безпеки 2) Моніторинг діяльності клієнтів 3) Моніторинг здоров'я та добробуту  [P6]

свою технологію голосового помічника. Компанія випустила API SH Skill, як додатковий апгрейд до комплекту Алекса Skills (ASK), що дозволяє розробникам додати можливості або навички Алексі і надати їй змогу спілкуватися із сумісними продуктами. *Вреши-реши, будь-які подібні ініціативи і спільні кроки у вирішенні питань полегшення комунікації і зв'язків наближають світову спільноту до побудови конструктивної співпраці в площині передових досягнень в області електроніки.*

					БР.171.061.005 ПЗ	
Змін 3		№ докум №	Підпис			58

Порівняльна таблиця комунікаційних технологій і стандартів зв'язку (продовження)				
Технологія /Протокол	Частота	Переваги	Недоліки	Придатність для застосування
<b>Бездротова</b>				
<b>Z-Wave Sub</b>	до 1 ГГц (865-867 МГц)	1) Стандартизовано CSR 564 (E) 2) Дуже успішна завдяки простоті користування і сумісності 3) Значна частка Ринку домашньої автоматизації	1) Доступні системи власного радіо 2) Обмежений діапазон зі зростаючими витратами	1) Системи безпеки 2) Домашня автоматизація 3) Контроль освітлення
<b>Wi-SUN</b>	до 1 ГГц (865-867 МГц)	1) Базується на відкритих стандартах 2) Сумісна 3) Висока швидкість передачі даних 4) Довгий діапазон 5) Широко адаптована в Японії. На сьогодні адаптується в США та інших регіонах 6) Низьке енергоспоживання 7) Діє як мережева RF-сітка	1) Нова технологія 2) Нешироко поширена в Індії 3) Базується на останньому IEEE стандарті, який ще нешироко адаптований	1) Розумні лічильники 2) Розумний Дім 3) Розумне Місто 4) Промислова автоматизація
<b>ANT</b>	2,4 ГГц	1) Режим низького енергоспоживання, що підтримує довше життя акумулятора 2) Адаптована головними виробниками мобільних пристроїв 3) Підтримує можливості сітки, що є границею над BTLE	1) BLE є прямим конкурентом ANT – вже підтримується всіма виробниками мобільних пристроїв 2) Не всі виробники підтримують ANT обладнання 3) Низьке проникнення в ринок обумовлене присутністю еко-системи інших бездротових мереж	1) Фітнес-пристрій 2) Пристрій піклування про здоров'я
<b>Стільниковий (2G, 3G, LTE, NB-IoT і 5G)</b>	900 МГц, 1800 МГц, 2100 МГц і 2300 МГц	1) Розвинута технологія 2) Швидке розгортання 3) Модулі зв'язку мають низьку вартість і Стандартизовані 4) Роумінг	1) Покриття не 100% 2) Ненайкраща надійність	1) Теле-здоров'я 2) Віддалений моніторинг здоров'я 3) Розумні лічильники
<b>LoRa</b>	до 1 ГГц	1) Мережа може бути визначена власником	1) Власне розгортання без членського внеску	1) Розумні лічильники/освітлення
<b>SIGFOX</b>	до 1 ГГц	1) Інфраструктура розгорнута. Декілька країн SIGFOX готові	1) Розгортання оператором мережі 2) Абонентська плата	1) Розумні лічильники/освітлення

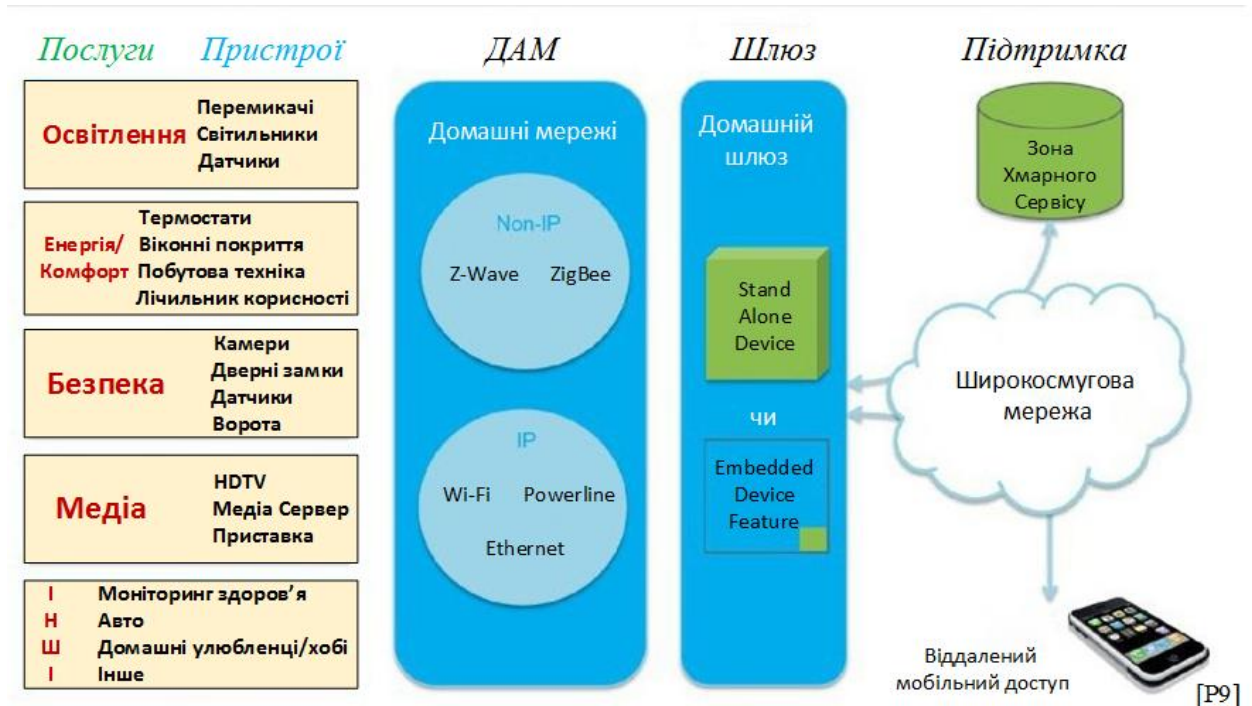
[P7]

Порівняльна таблиця комунікаційних технологій і стандартів зв'язку (продовження 2)				
Технологія Протокол	Частота	Переваги	Недоліки	Придатність для застосування
<i>Wire-лінія</i>				
<b>DSL</b>	0-2,208 МГц	1) Недорога (установка і використання) 2) Високе SL A 3) Менше часу на встановлення 4) DSL забезпечує властиву надмірність	1) Низька безпека даних 2) Знижена пропускна здатність 3) Вища затримка	1) Шлюз віддаленого моніторингу здоров'я 2) Концентратор для теле-здоров'я 3) Домашня автоматизація
<b>Ethernet</b>	16,100, 250, 500, 600МГц 1ГГц, 1,6- 2,0 ГГц	1) Недорога (установка і використання) 2) Відмінна пропускна здатність 3) Короткий час установки 4) Легко масштабується	1) Найнижча безпека даних 2) Найменший SL A 3) Найвища затримка 4) Немає можливості для розширення смуги пропускання	1) Шлюз віддаленого моніторингу здоров'я 2) Концентратор для теле-здоров'я 3) Розумні лічильники 4) Домашня автоматизація
<b>PLC</b>	-	1) Готова інфраструктура 2) Можлива комунікація в складних умовах (підземні установки, металеві кейси) 3) Тривалий життєвий цикл технології 4) Багато стандартів і доступних протоколів	1) Спілкування "Точка-до-точки" 2) Може викликати порушення на Лінії 3) Не придатний в місцях, де силові кабелі в поганому стані; стан кондиціонування системи примушує до витрат на експлуатацію та технічне обслуговування 4) Необхідна висококваліфікована робоча сила 5) Неможливий зв'язок у разі відключення 6) Відсутність правил використання частот	1) Розумні лічильники 2) Домашня автоматизація  [P8]

Представлені вище таблиці містять перелік комунікаційних технологій та їхнє конкретне застосування в розумних системах.[16]

## 2.5 Пропозиції щодо функціональних рішень та системних компонентів

В цій частині розділу ми повертаємося до розгляду функцій



системи “Розумного Дому” та інструментів для їх втілення.

### 1) Освітлення

Воно містить в собі розумні рішення для джерел світлового випромінювання, що керують світловим станом в розумних будинках – це контроль інтенсивності (яскравіше/темніше): відбувається зміна режимного моду в приміщенні. Налаштовуються також додаткові параметри: моніторинг руху та світла за допомогою датчиків, автоматичне вмикання/вимикання світла за наявності/відсутності потреби.

### 2) Безпека

Один з найважливіших для задоволення елементів. Це камери спостереження, розумні замки (замикаються або відмикаються, аналізуючи

поточний стан на об'єкті), розумні датчики, що стежать за людьми похилого віку і дітьми для аналізування активності в домі.

### ***3) Енергія/комфорт***

Рішення включають пристрої для слідкування, контролю та ефективного користування енергією (спрямування на виконання першочергових функцій). Розумні лічильники грають роль центру моніторингу і контролю використання енергетичних об'єктів.

Інтелектуальні лічильники можуть діяти як важливі елементи аналізування попиту на енергетичний ресурс, тому можлива зміна схеми споживання користувачів відповідно до запрограмованого переліку задач.

Для температурного регулювання можуть бути використані розумні термостати – ключовий елемент енергоефективності. Розумні штори, віконні ролети та інші дрібнички сприяють зростанню рівня комфорту.

### ***4) Медіа і розважальний контент***

Смарт-телевізори вже доступні на точках продажу електроніки, відбувається перехід з аналогового на цифровий стандарт мовлення, відповідно смарт-стандарти все більше проникають на ринок і можуть похвалитися доступними цінами. Ці пристрої надають допомогу у взаємодії із зовнішнім світом через технології Wi-Fi або IP, покращують якість життя в цілому. Тому, щоб насолодитися всіма перевагами інтернет-мережі, тепер достатньо увімкнути свій телевізор.

### ***5) Стандарт гібридного широкосмугового телебачення***

Гібридне широкосмугове телебачення ("HbbTV") – це глобальна ініціатива, покликана для удосконалення передачі звичайної трансляції і широкосмугового телебачення через підключені смарт-телевізори, приставки тюнери тощо.[17]

Технологія такого телебачення дозволяє користувачам одержати інтерактивні послуги: трансляція із можливістю паузи, відеотека, функція перемотування, персоналізація авторизованого користувача, право голосування на теле-порталі, доступ до соціальних мереж, електронні програмні довідники.

Гібридне широкосмугове телебачення використовує єдиний інтерфейс. ГШТ простий в реалізації і сумісний з іншими гібридними технологіями (наприклад, MHEG-5). Продукти та послуги з використанням ШТ Hybrid можуть працювати в зв'язках з кабельними та супутниковими мережами. Широкосмугова трансляція гібридного телебачення розповсюджується світом. Всі потрібні програмні інструменти впроваджені та активні.

#### **6) Різноманітні послуги**

Вони містять такі функціональні одиниці, як теле-медицина, електронне здоров'я тощо. За допомогою цих служб звіти про стан здоров'я пацієнта надсилаються до лікаря в регулярному порядку, що дозволяє фахівцю запропонувати оптимальний варіант лікування і виписати дієві препарати.

Таким чином, комплекс відповідних заходів дає змогу не тільки проводити лікування виявлених хвороб, а й діяти на випередження. Розумні елементи інтелектуальних медичних систем можуть виявити негативні зміни або критичний стан та надіслати сигнал – це грає свою роль у порятунку людського життя.

#### **7) Розумні концепції**

В сучасному світі ледь частка інвестицій і зусиль спрямовані на перехід до зеленої енергії, розумні лічильники споживання. Житлові будинки, офісні будівлі, торгово-розважальні центри, фабрики, заправні станції – всі вони обладнуються сонячними панелями і спрямовують

видобуту електричну енергію до мережевої сітки. Далі ядро системи по лініях зв'язку розподіляє енергію на блоки: освітлення (можна керувати зі свого смартфона), лічильники (електроенергії, газу, води), зарядні модулі для електротранспорту

(автомобілі, мопеди, самокати, велосипеди тощо) на прибудинковій території. Технологія Блутуз, завдяки низькій енергії, застосовується для керування побутовими пристроями.

### **8) Сенсорне рішення**

Вбудований дисплей системи “Розумний Дім” може мати варіант структури декількох дротових і бездротових технологій відповідно до вимог СН як Блутуз Low Energy, Power Line і Wi-Fi. На дисплеї відображається поточна завантаженість ядра за виконуваними процесами: моніторинг температури середовища, метеорологічні умови, блок відеонагляду, контроль споживання ресурсів.

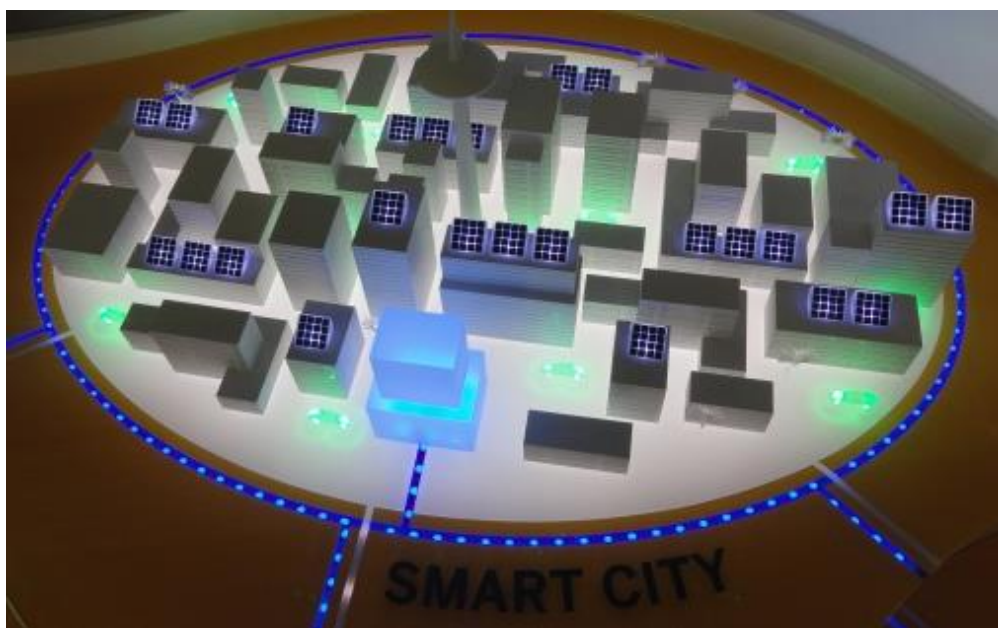
### **9) Хмарне рішення**

Дисплей є концентратором потоку даних для кожного будинкового господарства, підключений до маршрутизатора Wi-Fi. Блок концентратора надсилає дані датчиків до Хмарного Додатку для перегляду користувачем інформаційної картини дому в режимі реального часу через мережу Інтернет. Через додаток і здійснюється управління опрацьованою інформацією з датчиків.

## **2.6 “Розумний Дім” як уособлення складової Розумного Міста**

Живучи в еру Інтернету речей і мережевого суспільства, вже неможливо не піддаватися впливам інформаційних технологій. Вони змінюють наше мислення, стиль життя, вид діяльності, комунікативні навички, точку зору.





Подальший розвиток розумних концепцій залежить виключно від сумісності модулів. Все тут має поєднуватися як прості буденні речі для нас: електричний чайник і підставка для нього, розетка і вилка, ключ і замок, годинниковий механізм і живлення від батарейки, роз'єм смартфона і навушники, операційна система і відповідне програмне забезпечення тощо.

Тоді не виникає складнощів із заміною запчастини одного виробника запчастиною іншого. Проте, коли порушується питання функціонування Розумного Міста, підходи, що працювали в Розумному Домі, втрачають свою дієвість.

Очевидним моментом стає те, що тенденції розвитку технології в Розумних Домах, Мережах, Містах розглядаються та втілюються нарізно один від одного відповідними підходами з боку зацікавленими гравців індустрії.

В дійсності це виглядає щільним переплетенням злиттям подібних технологій.

Ці технології впроваджуються для розумного, безпечного і екологічного блага людства. Будь-яка система – Розумний Дім, розумний

лічильник, розумна мережа обслуговування, за роки існування розросталися завдяки власним розробкам стандартів і протоколів, зв'язку. Такі структури як смарт- сітка та смарт-дім, можуть похвалитися колосальною кількістю протоколів і стандартів, що ,безумовно, повністю задовольняють існуючі запити.

*Незважаючи на тісне переплетення, розумні мережі ще відчують нестачу міжзв'язків, децю гальмуючих загальний план розвитку сфери.*

### ***Інтелектуальні будівлі***

Якщо вести мову про розумні будівлі, то на основоположному рівні вони надають корисні послуги, які сприяють ефективній діяльності мешканців (до прикладу: насиченість киснем повітря житлової зони, освітленість природними та штучними джерелами світла в різну пору доби, теплова рівновага, чистота, безпека) з якнайменшими затратами і екологічним впливом на життєвий цикл будівлі.

Звершення такого погляду вимагає додавання інтелектуальних елементів від старту етапу проектування до кінця експлуатації будівлі. Розумні будівлі застосовують інформаційно-комунікаційні технології під час експлуатації для підключення різноманітних підсистем, які зазвичай працюють незалежно. Як результат – системи мають змогу обмінюватися інформацією для оптимізації продуктивності нерухомості .

Розумні будівлі не обмежуються лише висловом «стіни – цегла, перекриття – залізобетон». Ці споруди реагують на сигнали енергосистеми, взаємодіють з мешканцями, аби надати їм доступ до нових необмежених можливостей контактування із зовнішніми системами.

### ***Розумне Місто***

					БР.171.061.005 ПЗ	66
Змін 3		№ доким №	Підпис			

Щодо такої глобальної системи, то варто збагнути взаємозв'язок між інтелектуальними мережами і розумними містами. У Розумному Місті енергетична галузь, водопостачання, транспортна інфраструктура, безпека та охорона здоров'я керуються в узгодженому порядку для безперебійної роботи інфраструктури в цілому. Дотримання алгоритмів дає безпечне, екологічне і перспективне середовище для життя.[18]

Підходячи до стратегічного розвитку міст на десятиліття вперед, інженери більше не можуть знехтувати внесенням інноваційної складової в проекти. Міста є багатовимірними середовищами, де стикаються інтереси

простого люду, можновладців та бізнесменів. На жаль, вплив одних переважає світлу мету інших, що не сприяє розвитку міст. Але при узгодженому споживанні ресурсів, гармонізації механізму управління, моніторингу забрудненості навколишнього середовища можливо наблизитися до бажаного результату.

## ***2.7 Енергоефективність в Розумних Містах***

Саме існування розумних систем в маленьких або великих населених пунктах дає перевагу в ефективному використанні енергії шляхом зниження вимог електроспоживання в мережі. Позитивним моментом, що впливає з програмного зниження, є генерація надлишкових обсягів потужності.[19]

Спершу “Розумний Дім” містить інтегрований блок Енергетичного Аналізу, спроектований на рівні лічильника енергії, який вловлює деталі денного навантаження, коефіцієнт потужності, генерацію відновлюваної енергії, тощо. Побудова і автоматизація відновлювальних джерел енергії включає (під час моніторингу системою Інтелектуального обліку) виявлення заощадження, а також зниження навантаження на електричну інфраструктуру.

Якщо застосувати такий підхід у міських умовах, то отримаємо перетворення збиткової моделі міста в модель оптимальної потужності. В цій сфері розумна система приносить свій внесок у глобальну організацію Розумного Міста і допомагає владі звільнитися від вирішення ряду питань, зосередитися на виконанні ряду інших важливих завдань. Частку збереженої енергії тоді можливо направити для функціонування рухомого складу метро, електричних автомобілів, трамваїв, тролейбусів, реклами тощо.

Технологія енергоефективності вимагає визначення методології для розширення прав і свобод громадян країни, залучення муніципалітетів до діяльності енергетичних/будівельних компаній у прийнятті рішень щодо виробництва та управління енергією для інтелектуальних будинків і міста.

## ***2.8 Проблема якості питної води***

Дефіцит джерел питної води вже не перше десятиліття є глобальною проблемою людства, особливо в мегаполісах із розвиненою мережею метрополітену. Внаслідок деструктивної діяльності в геологічних покладах рівень води з кожним роком різко падає. Ситуація, звісно, дуже неприємна.

Для подолання таких загроз потрібна політична воля керівництва країни у здійсненні кроків щодо контролю споживання об'ємів питної води, оскільки без вжиття цих заходів великі міста продовжуватимуть відчувати нестачу води. Виходячи з цих міркувань, система “Розумний Дім” є нагальним інструментом збереження та контролю водних ресурсів.

Спираючись на особливості кліматичних проявів на різних континентах в різні пори року, слід індивідуально розробити алгоритми роботи розумних систем для контролю споживання світових запасів прісної води і розрахувати тарифну сітку для сплати послуг водопостачання з врахуванням особливостей поповнення прісноводних об'ємів природним шляхом. Не варто забувати й про можливість одержання прісної води з спеціальних сонячних панелей.[20]

## 2.9 Продаж Розумних Технологій

Для ефективного підвищення попиту на послуги, що надаються розумною системою Дому, необхідно зрозуміти, хто здатний викласти певну суму на покупку цих технологій, де існує можливість розширення ринку, і як знайти правильний підхід, спілкуючись з потенційними покупцями, аби укласти взаємовигідну угоду.

Якщо звернутися до звіту соціологічних опитувань групи Шелтон



2015-го року, переважна більшість покупців-початківців в сфері Розумних рішень для Дому були особи чоловічої статі; також люди освічені, з високими доходами, домовласники/домовласниці.[21] Саме тому видаються величезні можливості задля охоплення якнайбільшої аудиторії, – жінки виконують більшість хатніх справ.[22] Звіт доповідає про здоров'я та безпеку, комфорт і зручність як питання, які мають найбільше значення для жінок, і тому інтелектуальна промисловість має націлюватись на жінок і пояснити їм, як саме розумні технології забезпечують комфорт, здоров'я і полегшують керування процесами дому.[23]

Північно-Східне Партнерство Енергоефективності теж проводило соціологічні дослідження, дивлячись на демографічні показники енергетичної ефективності та ринки інтелектуальних домашніх технологій.[24] Вони виявили, що вік і гендер представляли найбільші розбіжності між обома ринками – жінки та люди старшого віку скоріше віддають перевагу інвестиціям в підвищення енергоефективності власного домогосподарства, в той час, як ринок розумних домашніх пристроїв мав відчутний перекис в сторону молодих споживачів чоловічої статі. Певні функції, а саме: захищати, виховувати і зберігати – знайшли своє місце серед споживачів обох ринкових категорій і стали мотиваторами для майбутніх грошових вкладень.[25]

Грамотна політика у роботі з клієнтами та покрокове роз'яснення того,

як розумні технології здатні підтримати поставлені цілі споживача, допоможуть залучити якомога більше людей до розумних ініціатив.

Скотт Нідем з Принстон Ейр Кондішинін, будучи на перших ролях включення технологій Розумного Дому у бізнес-модель своєї компанії, дав пораду на той випадок, коли мова йде про продаж розумних технологій: *розкажіть історію*. Нідем підкреслює, що підрядники найчастіше надто

зосереджені на технічному аспекті представлення рішення для Дому, на відміну від реального значення технології для родини. “Ми повинні бути розповідачами”, - говорить Нідем.

Летиція Колон де Мейас, генеральний директор з енергоефективних рішень Коннектикуту, погоджується. “Успіх криється в історії. Щаслива історія має бути розказана клієнту”, - каже Колон де Мейас.[26] Історії можуть допомогти викликати емоційні реакції та допомогти покупцям побачити технологію не як систему пристроїв, а як інструмент зростання їхнього здоров'я, комфорту і безпеки. Нідем пропонує прийти до дому з попередньо підготованою історією про технології, які ви намагаєтеся продати.[27] Ці історій, які з'являються у щасливих користувачів технології:

– історія про користь снання для здоров'я в кімнаті з дещо нижчим температурним рівнем ( через використання розумного термостату);

– історія спокою щасливих батьків після підключення сенсора над дитячим ліжечком для моніторингу температурних показників, якості повітря та діяльності дитини під час відсутності батьків;

– історія батьків, що хочуть отримати текстове повідомлення про те, о котрій годині діти прийшли додому, відправити команду смарт-замку замкнути двері за ними і вимкнути світло.

Такий підхід, безумовно, допоміжний у продажу розумних продуктів.

## ***2.10 Ініціативи щодо взаємодії***

Проблемна взаємодія між продуктами Розумного ринку залишається перепоною для підкорення нових висот інтелектуальною промисловістю. Проте, об'єднання компаній працюють над цим питанням.

Розробка Науково-дослідного інституту електроенергії порт СТА-2045 виконує роль стандартного інтерфейсу (наприклад, USB-порт) для побутової техніки. Порт приймає будь-яке число пристроїв зв'язку або модулів для підключення до побутових пристроїв, щоб зробити його інтерактивною сіткою і здатним реагувати на сигнали запиту відповіді.[28] Порт може бути побудованим або модернізованим для таких приладів, як водонагрівачі, зарядні пристрої, насоси для басейнів, і підтримувати сумісність, дозволяючи «будь-якому продукту підключатися до будь-якого типу системи відповіді на запит (і домашньої мережі)». [29]

Bonneville PA, який працював над тестовим проектом портів СТА-2045 для відповіді на вимогу, вважає, що якщо порт стане стандартною практикою, це спростить вибір участі клієнта в програмі DR: «Їх обладнання вже буде мати порт, і все, що залишиться зробити, це підключити пристрій зв'язку від будь-якого провайдера». [30]

Програмні інструменти також можуть сприяти поліпшенню координації підключених пристроїв і побутових приладів в домі. Voltron, розроблений PNNL, є прикладом платформи з відкритим вихідним кодом для виконання функцій керування для здійснення зв'язку між пристроями та протоколами. Це пряма дорога до побудови оптимізації. [31]

Прогнозується, що HEMS, розроблений NREL, допоможе в оптимізації функціонування дому для задоволення потреб мешканців, в розумному споживанні енергії, включно з використанням побутової техніки, фотоелектричних систем, і зберігання акумулятора. [32]

Комунікації є ключовою основою для сумісності. Цифрова мова як елемент комунікації важлива для взаємного з'єднання, наприклад, німецького газового котла і китайського термостата.



Домашній еталон XML (HPXML) являє собою набір загальних термінів і визначень, заснованих на стандартах даних для атрибутів вдосконалення будинку Інституту Ефективного Будівництва BPI-2100 і BPI-2200, що забезпечують мову обчислень, необхідну для передачі даних між підрядниками, програмами та іншими учасниками розумного ринку.

Стандарт IEEE 2030.5, який визначає відкритість протоколу зв'язку, який може використовуватися будь-яким підключеним продуктом, підтримує обмін інформацією для програм, такі як відповідь на запит, ціноутворення за часом дня та інтеграція розподілених енергетичних ресурсів (PER).[33] 2016-го, Комісія з комунальних послуг Каліфорнії направила IEEE 2030.5 - протокол зв'язку для інтеграції PER з сіткою, а NIST в даний час працює над четвертою версією Структури та Дорожньої карти стандартів оперативної сумісності розумної сітки, яка включає в себе перелік визначених стандартів інтелектуальних мереж для реалізації. [34]

## ***2.11 Свіжі ініціативи та перешкоди розвитку***

*Бенчмаркінг та Маркування* – розумні домашні інтерфейси (наприклад, мобільні програми, розумні термостати) можуть зміцнювати енергетичне маркування житла та ініціативи порівняльного аналізу забезпечуючи платформу для домовласників, і надати оцінку енергії їхнього дому.[35] Відповідно, за словами Джулі Міхалс ( член E4TheFuture ), розпізнавання інтелектуальних технологій та побутових систем управління енергією в Домі програмами сертифікації ефективності може допомогти підвищити вартість розумних будинків разом з пов'язаною енергетичною ефективністю інвестицій. Агентство США з охорони навколишнього середовища також бере

участь у грі, оголосивши, що її популярна програма маркування ENERGY STAR, може одержати категорію для Системи управління енергією Розумного Дому (СУЕРД). Реальні кроки у вирішенні цього питання не

забарилися: визнання смарт-термостатів з етикеткою ENERGY STAR у січні 2017 року стало знаковим для допомоги програмам і споживачам у визначенні найбільш енергозберігаючих продуктів.

*Відновлювані джерела енергії* - дослідження, проведене Rocky Mountain Institute демонструє, що технології Розумного Дому проявляють гнучкість до запитів користувачів і потенційних клієнтів, може підтримувати розвиток та прибутковість відновлюваних джерел енергії. Ключовим викликом інтеграції поновлюваних джерел енергії в мережеву сітку є факт, що відновлювані джерела енергії генерують більшу частину своєї енергії під час етапу повного викиду, коли попит нижчий, а тому не використовуються на повну потужність.

Для вирішення цієї невідповідності, утиліти можуть закликати систему Розумного дому вимагати в різні години дня, щоб вона могла споживати більшу кількість чистої енергії.[36] Alectra Utilities в Канаді вже має плани включити СУЕР в її житлову програма сонячного зберігання для підтримки навантаження управління. [37]

## **2.12 “Підводні камені”**

Розвиток галузі залишає бажати кращого. Згідно звіту Navigant за 2017 рік, «ринок знаходиться на такій ранній стадії, що не існує узгодженого визначення Розумного Дому. Він фрагментований різними стандартами і протоколами, які шкодять житловому простору в питаннях взаємодії». [38]

PG&E також згадав у недавньому звіті “Енергетичне управління Дому”, що «залишаються значні питання без відповіді про те, як найкраще брати участь у такому новому, в деяких випадках і нестабільному ринку, що розвивається».[39] У доповіді викладені потенційні бар'єри, включаючи питання взаємодії, що призводять до незадовільної придатності та плутанини серед споживачів, і нечітка технологічна ціннісна пропозиція для ЕУД.

У демонстраційному проекті «Розумний будинок» Емілі Кемпер з CLEAResult зіткнулася з певними проблемами, виявивши, що ЕУД не в змозі контролювати високопродуктивне обладнання ОВК у будинку, зв'язок на платформі ЕУД спричинив збій материнської плати в рекуператорі тепла.

Вартість також є фактором, коли заходить мова про покупку розумної системи. Згідно зі звітом ACEEE за 2018 рік, «теперішні клієнти, як правило, є власниками заможних домогосподарств з високим рівнем доходу». [40]

Джек Майєрнік стверджує, що існує потреба у нових протоколах, технології яких можуть кількісно оцінювати енергозбереження, в той же час здатні змінюватися власними темпами. [41]

Поточний ринок розумних рішень не має стандартизованих протоколів комунікації. Це означає, що всі технології повинні бути сумісними. Розробка консенсусу щодо стратегічного бачення сумісності є головною проблемою, яку необхідно подолати для успішної реалізації ВТО ЕЕБ (енергозберігаючі ефективні будівлі) бачення.

Відсутність програмно взаємодії – це серйозна перешкода комунікації між пристроями та інтеграції різних технологій в єдину інтерактивну сітку. За словами Девіда Немцова з Департаменту енергетики Сполучених Штатів Америки, «не існує гарантії, що різне обладнання, одного разу встановлене, працюватиме разом і утворить мережеву сітку – без комунікації утиліти не здатні повністю взаємодіяти з будівлями та їхніми мешканцями». [42]

Проблеми сумісності також додають труднощів функціональності та легкості. Джен Кінг вважає (член ACEEE), що «протоколи зв'язку є власністю кожного виробника продукту. Їхні мережі управління вимагають незалежного обладнання, концентраторів і вузлів доступу, всім з яких необхідно керувати

індивідуально.” Як відзначають експерти галузі з Aclara, деякі стандарти настільки специфічні для технологій і ексклюзивні що вони закривають участь та інновації.

Дані щодо споживання енергії повинні бути доступними задля швидкого реагування на певні ситуації та інформування про них. Кінцева мета – надати доступ споживачам до програмних даних енергетичного стану розумної системи і надати відомості компанії, відповідальній за дане програмне забезпечення, щоби вона могла роз'яснити стан контрольованої системи і можливі підходи до вирішення проблем експлуатації. Ця ідея є ініціативою Green Button, втіленою закликом до Білого Дому забезпечити користувачів електроенергії легким доступом до даних щодо споживання у зручному для споживачів форматі. Хоча доступ до даних має важливе значення для підключення різних технологій і оптимізації продуктивності, він нерозривно пов'язаний з питанням безпеки і конфіденційності.

### **Узагальнений висновок**

Метою другого розділу бакалаврської дипломної роботи було з'ясувати, що собою являє Розумний Дім, чого очікують люди від користування розумними системами, які функції є першочерговими для реалізації.

Проаналізовано ситуацію на ринку інтелектуальних систем, конкуренцію між виробниками пристроїв, проведено порівняння стандартів зв'язку і комунікаційних технологій, пропозиції щодо інноваційних функціональних рішень.

Розглянуто концепцію Розумного Міста, Розумного Дому як одного з елементів цієї системи, купівлі та продажу Розумної нерухомості; проблеми, що виникають при введенні в експлуатацію РС, питання енергоефективності

та прозорості моніторингу за енерговитратами, перепони на шляху розвитку галузі.

### **3. Розробка схеми “Розумного Дому”**

#### **3.1 Структурна схема**

Ознайомитися із узагальненою структурною схемою макету “Розумний Дім” можна в Додатку А.

Розглянемо, які блоки наявні в даній схемі.

*Блок живлення* – це одна з перших складових структурної схеми. Він забезпечує безперебійне стабілізоване електричне живлення постійним струмом, з коливаннями (відхиленнями від норми) не більше 5%.

*Блок контролю живлення* – він забезпечує контроль параметрів напруги, а також надає захист від збоїв попереднього блоку, у випадку чого можу відключити подальше живлення для гарантування незруйновності блоків, що йдуть далі по схемі.

*Задаючий генератор* – забезпечує необхідну частоту для керування сервоприводом. В залежності від отриманих параметрів даний блок здатний змінювати вихідні параметри. Його вхідні параметри визначає Блок керування сенсорами.

*Блок керування сенсорами* – це калібрувальна частина, що має декілька сенсорів, які забезпечують сприйняття інформації, перетворюючи вплив природних явищ ( в нашому випадку випромінювання джерела сонячного світла) в електричний струм.

*Задаючий генератор* опирається на 2 блоки: *Блок керування сенсорами* (калібрувальний блок сенсорів) і *Кінцевий сенсор* – задля уникнення дії електродвигунів при фізичній неможливості рухатися далі. В подальшому

задаючий генератор на основі одержаних даних видає певну частоту. Від частоти залежить положення сервоприводу в наступний момент часу.

*Сервопривод* – складається з декількох блоків: *Блок керування двигуном*, *Сенсор положення двигуна* і *Двигун*. Отримуючи визначену частоту, блок керування двигуна звертається до сенсора положення – якщо отримана частота не відповідає положенню сенсора, то блок керування двигуном дає команду на зміну положення двигуном в потрібну сторону. Як тільки сенсори положення сигналізують про правильне положення відносно вхідної частоти, блок керування двигуном зупиняє двигун і втримує його в такому положенні.

### 3.2 Принципова електрична схема

З принциповою електричною схемою макету “Розумний Дім” і платою можна ознайомитися в Додатку А.

В даному дипломному проекті “Розумний Дім” є *системою безперервної подачі сонячного світла в приміщення* у макетному виконанні. Для реалізації функції тривалої подачі потоку сонячного випромінювання до оселі було сконструйовано модель житлового одноповерхового будинку із трьома видами вікон різних конструкцій:

- двостулкове одинарного скління з двома віконницями, які виконують захисну роль і відбивають прийняте на свою поверхню сонячне світло в середину будинку;
- двостулкове одинарного скління із захисними рольставнями, що віддзеркалюють світло в середину дому;
- кругле вікно одинарного скління типу «ілюмінатор» із рухомою рамою.

В даному випадку автоматизуються елементи перших двох типів віконних конструкцій, а саме віконниці і захисні жалюзі. Виникає необхідність повороту цих конструктивних віконних елементів з метою моніторингу положення сонця на небосхилі та їхнього повороту в напрямку джерела світла.

Для вирішення цього завдання стане у пригоді застосування серводвигуна, який при отриманні на вході сигналу від датчика повертатиме до потоку світла віконниці або відчинятиме систему захисних жалюзі із автоматичним активним утриманням нового положення.

Метою реалізації даної функції є керування серводвигуном без будь-якої участі мікроконтролера – як варіант втілення автоматизованого процесу на базі системи “Розумний Дім” у макетному виконанні.

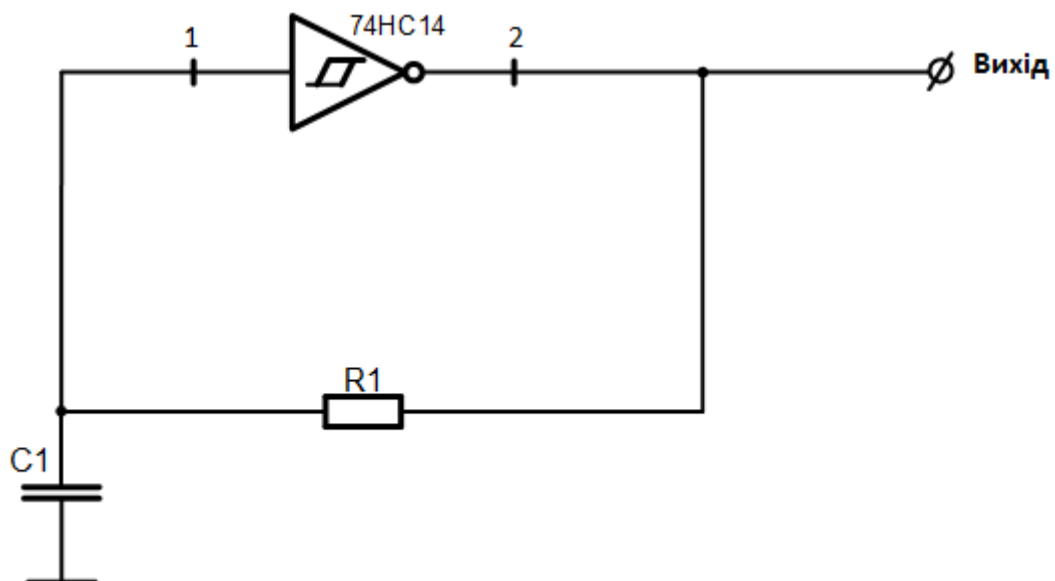
Як серводвигун для побудови діючої моделі був обраний сервопривод SG 90 (CF sunbird). Він керується сигналом широтно-імпульсної модуляції, період якої складає близько 20 мс ( при тривалості керуючого сигналу 550-2000 мкс). Основні параметри сигналу ШІМ визначають положення ротора в певний момент часу.

В ролі генератора прямокутних імпульсів зі змінною шпаруватістю обраний генератор на інверторі з тригером Шмітта на базі мікросхеми 74НС14, яка застосовує для роботи лише один логічний елемент з шести наявних в конструкції. Переваги: обмежена кількість деталей і простота виконання.

Схема виглядає наступним чином:

Рис.3.1 Початкова схема генератора на інверторі з тригером Шмітта на вході

Частота подібного генератора:  $f = \frac{1}{T} = \frac{1}{(0.8 \cdot R \cdot C)}$ . Для одержання необхідної частоти обираємо номінальне значення одного з елементів, що задають частоту. Оскільки логічний елемент виготовлений за технологією «комплементарна структура метал-оксид-напівпровідник» (КМОН), маємо вхідний опір великого значення. Тому застосовуємо електронні компоненти, котрі задають робочі струми невисоких значень.

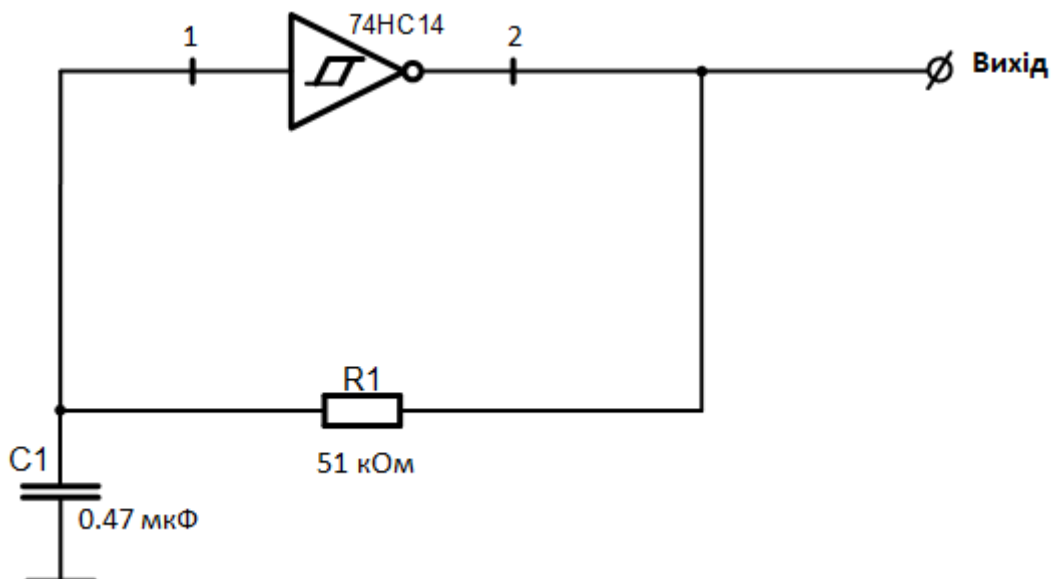




По-перше, можна вибрати конденсатор  $C_1$  номіналом 0,47 мкФ, що є одною з найрозповсюдженіших ємностей серед радіолюбителів. Тоді, аби отримати необхідну частоту в 50 Гц, за розрахунками резистор повинен мати номінал близько 53 кОм. Не знайшовши такого значення серед стандартизованих переліків компонентів, обираємо найближчий за цифрою. В цьому випадку візьмемо нижчий номінал – 51 кОм.

Рис.3.2 Початкова схема генератора на інверторі з тригером Шмідта з визначеними номіналами

Якщо зібрати схему генератора на цьому етапі, то на її виході формується меандроподібний сигнал. Отже, наступне завдання полягає в доукомплектуванні схеми елементами так, щоб вона задовольняла вимогам



для реалізації повороту елементів віконних конструкцій під дією потоку

сонячного випромінювання.

Щоб мати змогу регулювати тривалість імпульсу на виході системи, потрібне скорочення часу перезарядження  $C_1$  (зміна режиму перезарядки). З цією метою додається ще змінний резистор  $R_2$  і малопотужний імпульсний діод  $VD_1$ . Отримуємо таку схему:

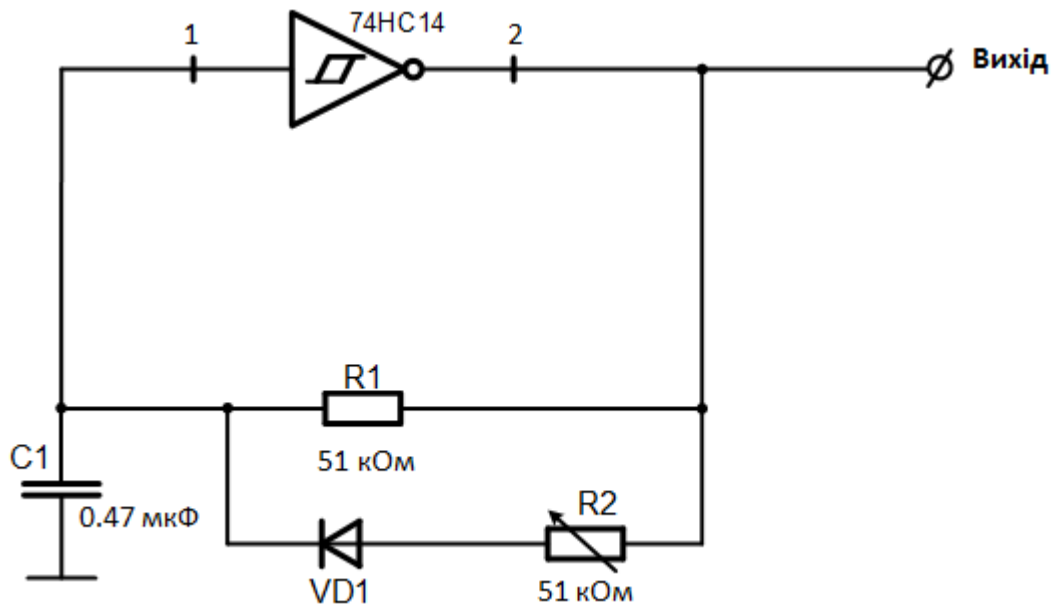
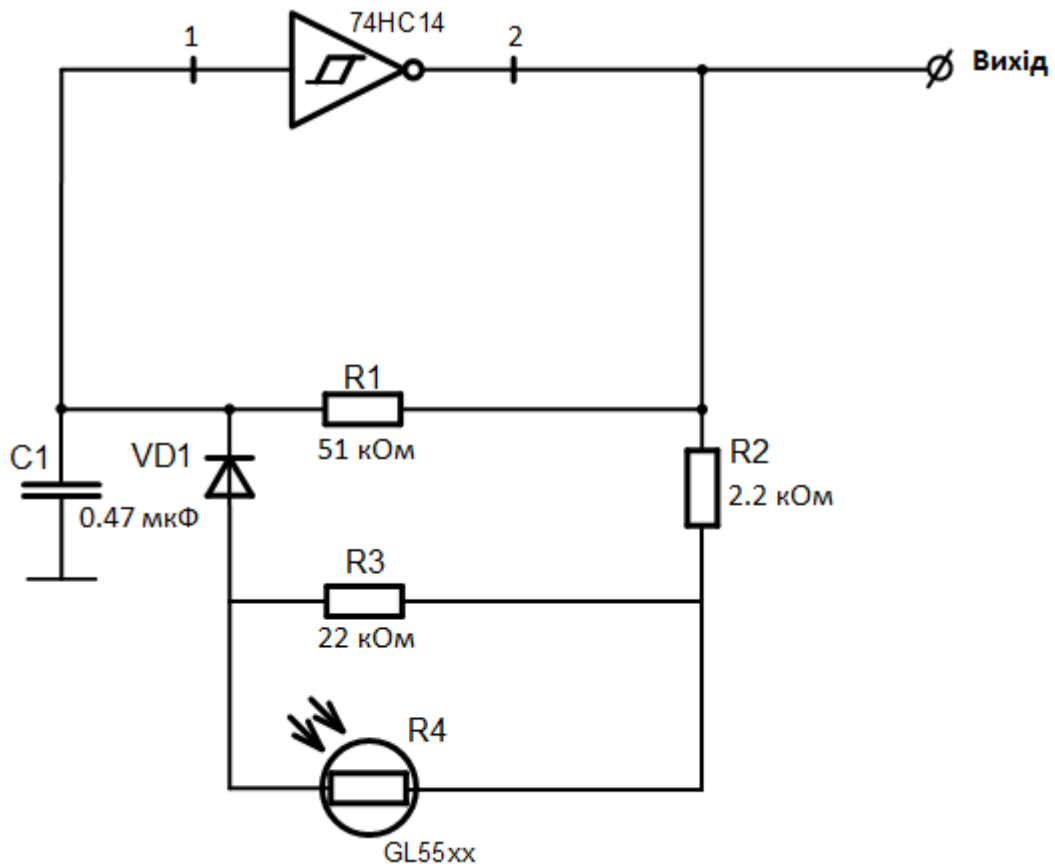


Рис.3.3 Доповнена початкова схема генератора на інверторі

Тепер при включенні нових елементів до ланцюга отримуємо деренчання серводвигуна (нестабільне завершення траєкторії руху) в граничних положеннях реостату – це пояснюється невідповідністю тривалості імпульсів. Якщо згадати про початкову мету виконання цього макетного проекту, то найкращим варіантом усунення вібрації сервопривода є інтеграція в схему фоторезистора, що дозволяє змінювати шпаруватість через зміну освітленості на світлочутливій області давача.

Найкращим рішенням в ролі «регулятора» є фоторезистор GL 55. Тепер з наявністю в схемі фотодатчика з широкою областю зміни опору було б непогано позбутися змінного резистора  $R_2$  і замінити на набір опорів, за яких встановлюються оптимальні значення тривалості імпульсів. Шляхом спроб і помилок підбираємо значення нових номіналів резисторів.

Отже, маємо кінцевий варіант схеми, на основі якої будується кожен з



трьох блоків принципової схеми:

Рис.3.4 Схема генератора на інверторі з тригером Шмітта

Принцип: ємність  $C_1$  визначає час перезаряджання,  $R_1$  використовується в ролі задавача частоти повторюваності імпульсів (50 Гц). Опори  $R_2$ ,  $R_3$ ,  $R_4$  змінюватимуть значення від 2,2 до 22 кОм при різній освітленості. Якщо додати до опорів діод, то разом вони впливатимуть на час перезаряджання ємності за умови дії на виході ЛЕ позивного імпульсу, а, отже, ми знатимемо його тривалість.

Подібне просте рішення у поєднанні з серводвигуном SG 90 дозволяє рухати елементи віконних конструкцій, збираючи потік випромінювання сонячного світла на площині віконниць та жалюзі, і відбивати його в будинок.

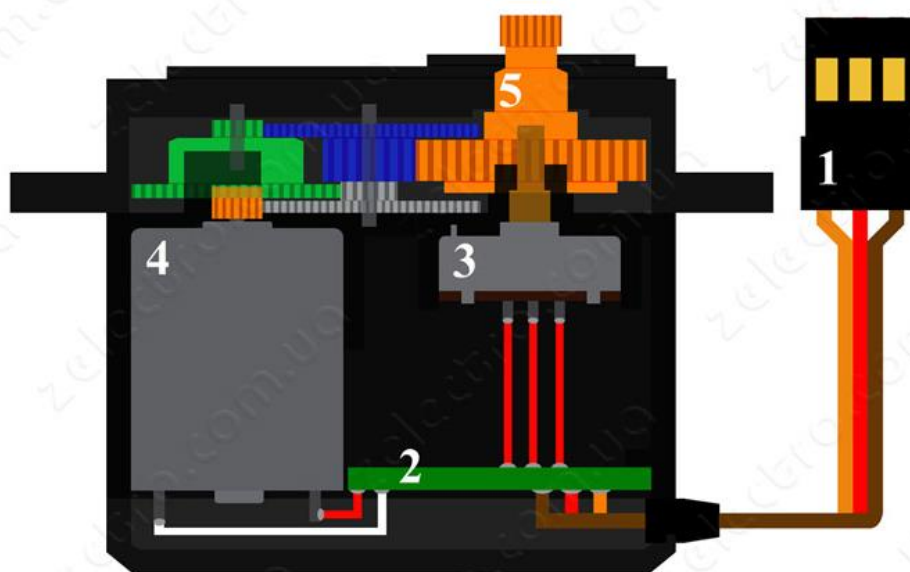


### 3.2.1 Серводвигун

Як серводвигун пропонується сервопривод SG 90.[43]

Рис.3.5 Сервопривод CF sunbird 9г

Це, насамперед, привод, який надає точне і плавне керування

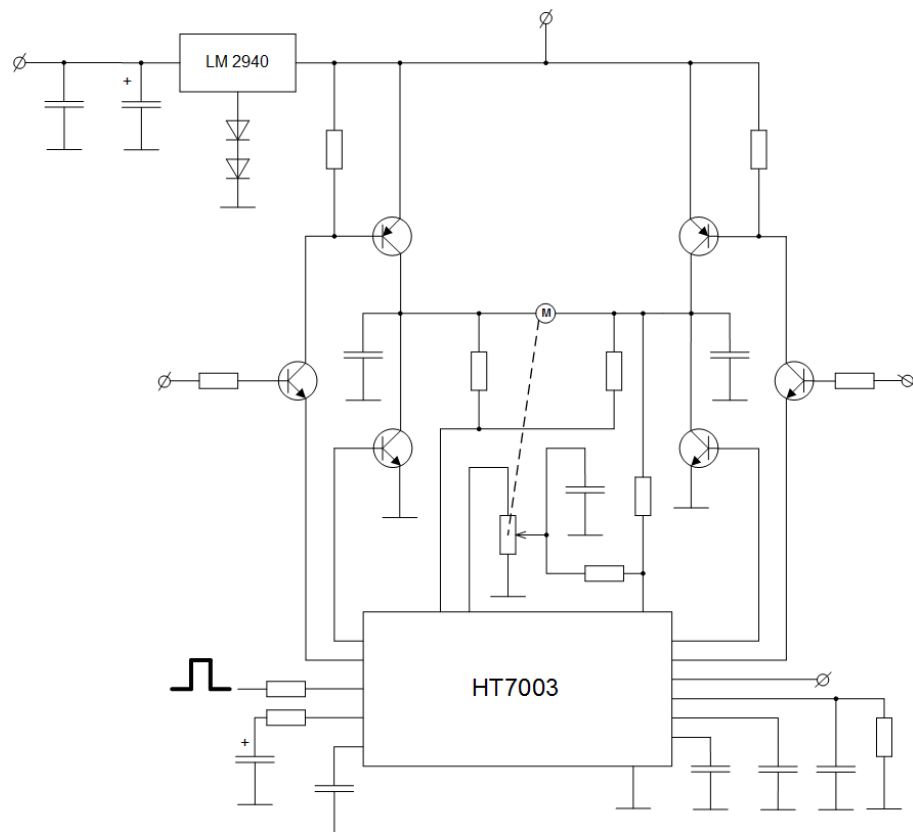


обертотим рухом валу через застосування в роботі схеми негативного

зворотного зв'язку (НЗЗ).[44] Містить *Сенсор положення* та *Блок керування двигуном* (електрична схема та система шестерень).

Рис.3.6 Типова конструкція сервомашинки

Для з'єднання зі схемою наявні три проводи: живлення (червоного кольору), земля (коричневий) і сигнал (оранжевий). Сполучені вони роз'ємом на 3 піни (ц.1). Керуючий сигнал через провід надходить до плати (ц.2). Далі стоїть потенціометр (ц.3), де при обертанні рухомої частини змінюється опір, чим викликає зміну напруги, яка потім знімається з одного із виводів. Блок керування на базі плати порівнює поточне значення одержаного сигналу і необхідне, після чого виконує поворот валу.[45]



Двигун (ц.4) за специфікою функціонування обертається занадто швидко, – конструкція передбачає редуктор (набір нейлонових шестерень). Редуктор зчеплений з вихідним валом (ц.5).

Нижче представлена принципова схема сервопривода.

Рис.3.7 Принципова схема сервомашинки

### *Переваги та недоліки*

SG 90 – аналоговий сервопривод з  $U_{\text{ж}}$  біля 4,8 – 6 В. Крутний момент на валу при 4,8 В складає 2 кг/см ( найчастіше вказується саме для 4,8 і 6 В)

і вказує на гарантовану можливість нерухомого горизонтального утримання валу і плеча довжиною 1 см з 2-кілограмовим вантажем. Розмір плеча валу зворотно пропорційний масі вантажу. Швидкість повороту (при напрузі живлення 4,8 В) 0.12с/60° демонструє, що обертання на 60° здійснюється мінімально за час в 0.12 с.

Незважаючи на матеріал виготовлення шестерень (нейлон) , що формують редуктор, вони володіють незначним зносом, проте «страждають» від завданих ударів і понаднормових навантажень ( на відміну від карбонових або металевих). Вал ковзає на спеціальних втулках (дешева технологія).

Як згадувалось раніше, серводвигун працює за ШІМ-принципом. Обертання відбувається на 180°, але в деяких моделях можливо отримати більше 200°. Кут обертання регулюється зміною ширини імпульсу, що подається на керуючий вивід. Серводвигуном здійснюється перевірка стану імпульсу кожні декілька десятків мс.

Тривалість сигналу 1 мс призводить до повороту на позначку 0°. Тривалість імпульсу 1,5 мс надає оберт до 90° (тобто, нейтральне). Сигнал тривалістю 2 мс здійснює обертання на 180°.

Рис.3.8 Принцип збільшення кута повороту

Переваги:

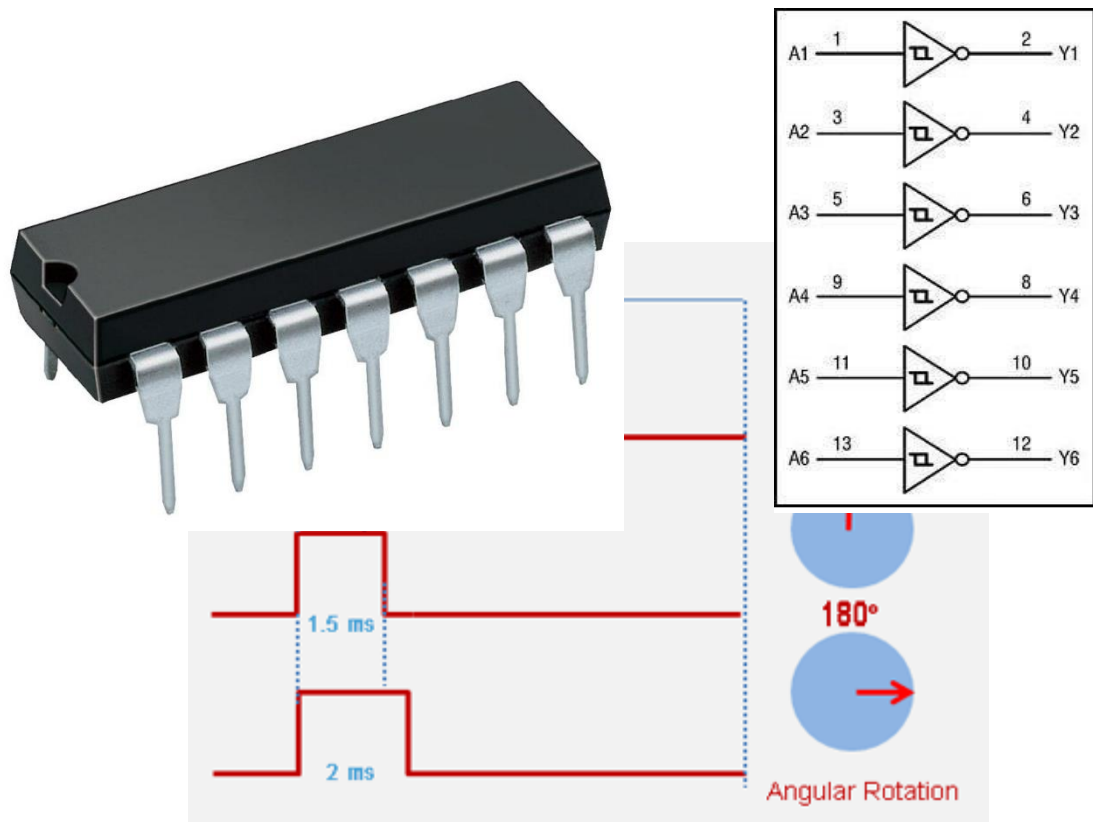
- 1) Простота в експлуатації.
- 2) Низька ціна.
- 3) Хороша якість виконання.

Недоліки:

- 1) Немає точного діапазону повороту.
- 2) Серводвигун потребують калібрування.
- 3) Слабкий захист від перенавантажень.

### 3.2.2 Мікросхема

Як мікросхема пропонується інвертуючий тригер Шмітта 74НС14. В схемі принциповій використовується в ролі елемента задаючого генератора.

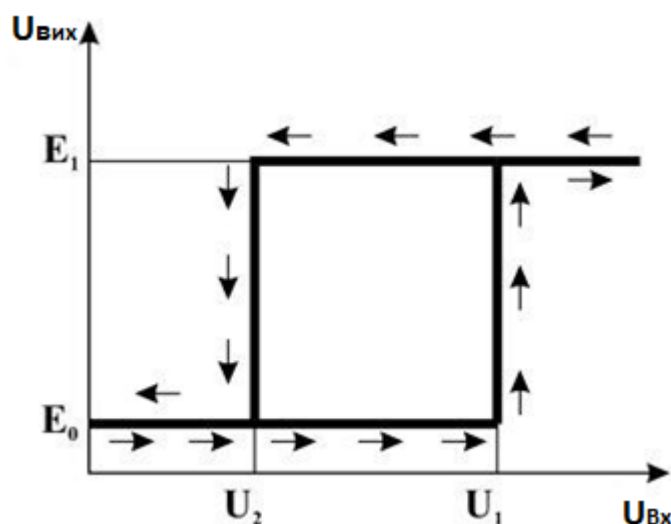


Напруга живлення лежить в діапазоні від 2 В до 6 В, але найбільш оптимальною вважається 5 В. Для блоку схеми електричної принципової

вона цікава, перш за все, тим, що має в арсеналі переваг функцію формування прямокутних імпульсів – чого і потребує система для реалізації.[46]

Рис.3.9 Зображення корпусу серії 74НСХХ

Рис.3.10 Структура схеми 74НС14



Це завадостійка мікросхема з 14 виводами, де булева функція, що виконується логікою:  $Y=A$ . 6 пар виводів є входами і виходами шести незалежних інвертуючих тригерів (1-2 для 1-го тригера, 3-4 для 2-го тригера, 5-6 для 3-го тригера, 9-8 для 4-го тригера, 11-10 для 5-го тригера, 13-12 для 6-го тригера відповідно). Вивід №7 відведений для землі, №14 для живлення.[47]

Тригери володіють декількома станами стійкості. В таких елементах перехід між стійкими станами відбувається виключно при визначених значеннях  $U_{вх}$  (порогові рівні). Тому констатуємо, що тригер несиметричної природи має явно виражений прояв гістерезису ПХ (передавальна хар-ка).

Рис.3.11 Передавальна характеристика

За умови, що  $U_{вх}$  не вища напруги спрацювання  $U_1$ , тригер перебуває в стані стійкості, вихідна напруга межує з  $E_0$ . При перевищенні  $U_{вх}$  порогу тригер змінює стан,  $U_{вих}$  буде дорівнювати робочій  $U$  тригера ( $E_1$ ). Далі можливі незначні зміни  $U_{вх}$ , але вихідна напруга стабільна.



Для повернення тригера в початковий стан стійкості змінюємо вхідну напругу до рівня порогу відпускання. При досягненні  $U_{вх}$  рівня  $U_2$  все повертається до рівності  $U_{вих} = E_0$ . Значення величин напруг відпускання та спрацювання тригера Шмітта цілком визначаються електронними елементами принципової електричної схеми моделі тригера.[48]

На сьогодні подібні тригери поширені в інтегральному виконанні різноманітних модифікацій. Проте нерідко постає необхідність дискретного виконання. Поширеною є схема тригера Шмітта на біполярних транзисторах, де існує загальний емітерний зв'язок. Пороги спрацювання в такій схемі визначає пара опорів (+ утворюють дільник напруги). Ємність налаштована на прискорення перемикання тригера.[49]

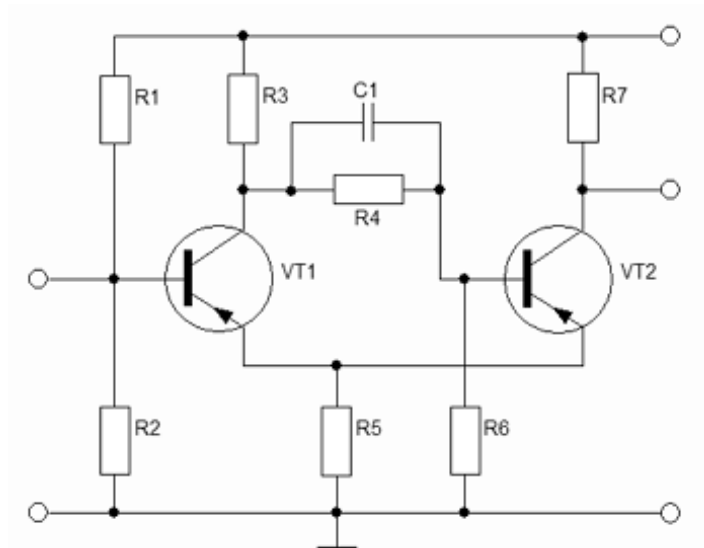


Рис.3.12 Схема тригера Шмітта на транзисторах

Тригери Шмітта використовуються як:

1) Інструмент для формування сигналу скидання/встановлення при активізації схемного живлення. Він корисний для повернення до початкового стану пристроїв із внутрішньою пам'яттю (наприклад, лічильники).

2) База для побудови генератора імпульсів. Генератор на тригері простіше інвертора, оскільки містить набір з опору/ємності і єдиного елемента. Якщо є застосувати модель, де тригер Шмітта має два входи, то

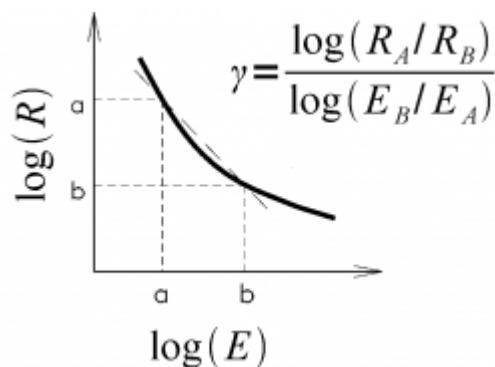
утворюється керований генератор, де при значенні 1 процес генерації перебуває в активній фазі, а при 0 повністю відсутній.

3) Пристрій для придушення брязкоту контактів: усуває паразитні імпульси, що з'являються в процесі замикання/розмикання.

4) Перетворювач сигналу входу на прямокутний (нехтує перешкодами).

Рис.3.13 Перехід від аналогових до цифрових сигналів на базі 74НС14

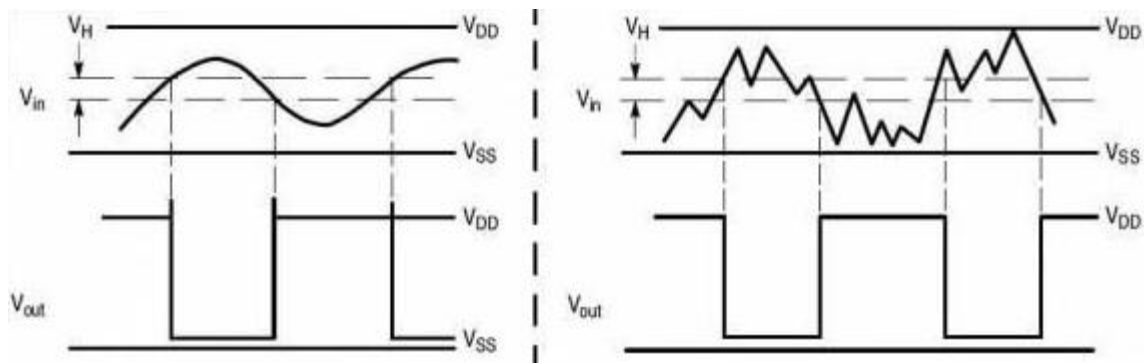
Схему 74НС14 було обрано, оскільки вона порівняно дешева, містить шість окремих тригерів Шмітта, а тому дозволяє розширити можливості схеми, формує прямокутний імпульс, що необхідний для подачі на



серводвигун.

### 3.2.3 Датчик

Як сенсор було обрано фотоопір GL5516.[50]



Фоторезистор – давач, опір якого змінюється при потраплянні на світлочутливу область природного чи штучного світлового випромінювання і

не залежить від прикладеної напруги. Якщо значення інтенсивності зростає, то формуються все нові і нові вільні носії заряду в об'ємі матеріалу, – опір знижується.

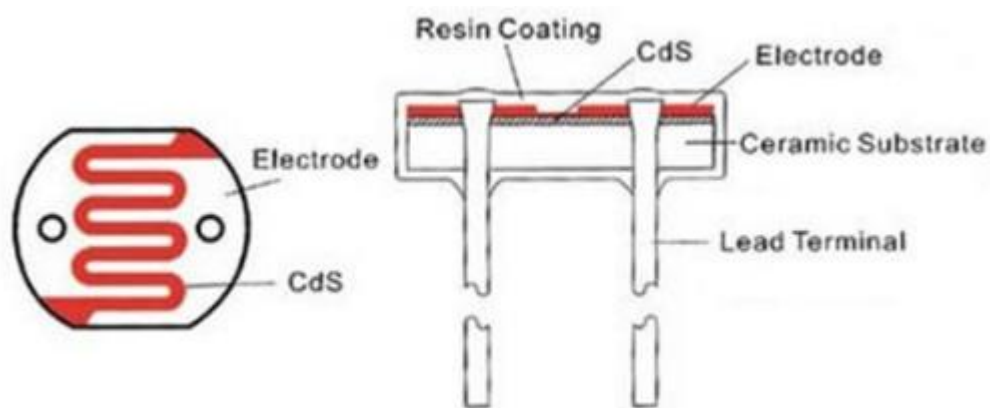
Рис.3.14 Зв'язок між освітленістю і опором

Конструктивно фоторезистор складається з керамічного майданчика, світлочутливої поверхні (5-6 мм), 2-х контактних виводів.

Рис.3.15 Вигляд фоторезистора GL5516

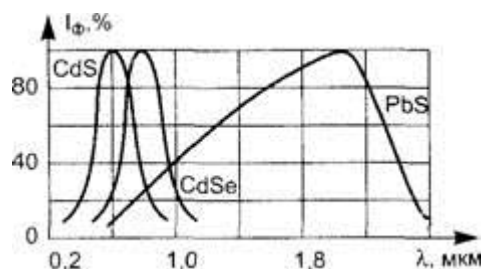
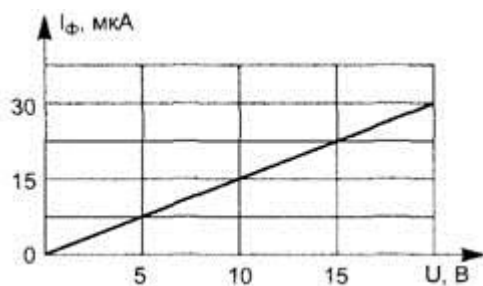
Максимальна прикладена напруга сягає 150 В, споживана потужність 100 мВт. Опір при повній відсутності світла – 0,8 МОм, час реагування 30 мс. Фоторезистор менш чутливий, ніж фотодіод, і не має р-n-переходу. Також є залежність від показників температури середовища, тому інтенсивність світлового потоку виміряти точно не вдасться.[51]

Однією з властивостей фотоопору можна назвати *час затримки* зміни опору від зміни рівня освітленості середовища. Для падіння опору до нуля за яскравого випромінювання достатньо 10 мс. Для досягнення максимального значення часу необхідно на порядки більше.



Найпопулярніші фоторезистори з використанням Cd S і Cd Se.[52]

Рис.3.16 Конструкція фотоопору GL5516



Технологія виробництва фотоопору із сульфіду кадмію виглядає так: надзвичайно очищений порошок  $\text{Cd S}$  змішують з матеріалами інертної групи. Після того отриманий матеріал спресовують і спікають. В об'ємі з високим розрідженням на підкладці з електродами наноситься шар, чутливий до світла (має вигляд змійки). На фінальній стадії підкладка інтегрується в оболонку зі скла (можлива пластмаса) – захід, спрямований на збереження чистоти зразка.

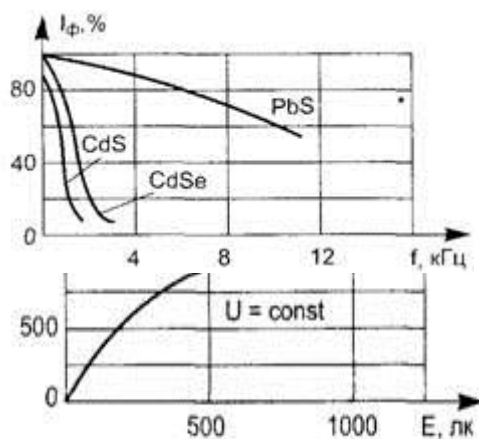
### Характеристики фоторезисторів

1) *Люкс-амперна характеристика* – показує залежність фотоструму від потоку світла, що падає. Кут нахилу ЛАХ можна змінювати змінюючи величину прикладеної напруги до елемента.[53]

2) *Вольт-амперна характеристика* – показує залежність фотоструму (також темнового) від прикладеної напруги. На практиці отримана залежність наближається до лінійної.

3) *Спектральна характеристика* – вказує на чутливість фоторезистора при дії потоку випромінювання  $\text{const}$  потужності визначеної  $\lambda$ .

Визначається через матеріал зразка.



4) *Частотна характеристика* – характеризує чутливість фотоопору під дією світла, що змінюється з певною частотою. При зростанні  $f$  потоку випромінювання фотострум падає.

Фоторезистор GL5516 було обрано



через помірну вартість, відповідність вимогам, поставленим задачею автоматизації системи “Розумний Дім”, надійність і сумісність з іншими розрахованими електронними компонентами схеми.

### 3.2.4 Інші елементи схеми

Як діод для одного з трьох основних блоків схеми було обрано кремнієвий імпульсний малопотужний діод 1N4148.

Має величину зворотного струму 5мкА, ємність 4пФ, пряму напругу в 1В, час відновлення 0,004мкс.

Цей діод має свої переваги: низька вартість, малі габарити, надійні технічні характеристики, що прямо впливають на довговічність експлуатації.[54]

Рис.3.17 Діод 1N4148

Рис.3.18 Резистор 22КОм

Рис.3.19 Резистор 51КОм

Як резистори для трьох основних блоків схеми електрично принципової було розраховано та обрано опори 22КОм і 51КОм з

максимальною розсіювальною потужністю 0,25Вт.

Такі опори найоптимальніші через свої малі габарити, точність і надійність, а також низьку ціну.[55]



Як ємність було обрано електролітичний конденсатор СЕ-0.47/63р.[56]

Рис.3.20 Конденсатор 0,47мкФ

Розміри його корпусу дозволяють інтегрувати його до інших обраних елементів схеми, а ресурсу роботи достатньо для функціонування блоку керування серводвигуном.

### ***Узагальнений висновок***

Запропоновані структурна і принципова електрична схеми є простими та зрозумілими для реалізації функції повороту віконних конструкцій під дією природного або штучного випромінювання. Елементна база використовує прості, малогабаритні, недорогі та надійні електронні



компоненти, які при потребі можна легко замінити на нові.

## **ВИСНОВКИ**

В дипломному проекті розглянуто систему “Розумного Дому” у двох аспектах: загальне застосування засобів і функцій системи у повсякденному житті та візуалізація автоматизованих побутових процесів у макетному вигляді шляхом створення в зменшеному масштабі житлового будинку. Останній мав на меті продемонструвати на конкретному мінітюаризованому прикладі один із ймовірних варіантів створення Системи безперервної подачі сонячного світла у житловому приміщенні.

Дипломна робота складається із трьох частин, кожна з яких несе в собі окреме смислове навантаження, що, в кінцевому результаті, дає можливість узагальнити всю наявну інформацію стосовно інтелектуальних систем в цілому. У дипломному проекті детально проаналізовано п'ять проектів “розумних” будинків та проведено їхню порівняльну характеристику. Крім того, в даній роботі описано основні вимоги до послуг, що надаються системою, тенденцію розвитку галузі, конкуренцію на смарт-ринку у боротьбі за клієнта та комунікаційні стандарти зв'язку.

У даному проекті було досліджено ряд функціональних можливостей різноманітних авторських систем, за результатами яких виникла ідея створення власної розробки “Розумного Дому”, в якій реалізована Система безперервної подачі сонячного світла до житлового будинку.

Слід зауважити, що даний макет житлового будинку мав реалізувати не лише конкретну функцію, а й стати певним фундаментом для подальшого вдосконалення моделі та інтеграції на її базі нових технологічних розробок.

## ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ

1. <https://www.instructables.com/id/Smart-Home-model/>
2. <https://www.cs.uni-potsdam.de/techinf/projects/al/index.html>
3. <https://software.intel.com/en-us/articles/iot-reference-implementation-smart-home>
4. <https://www.instructables.com/id/DIY-Smart-Home-Automation/>
5. <https://www.electronicshub.org/mobile-controlled-home-appliances-without-microcontroller/>

6. <http://www.aptech.ru/istoriya-razvitiya-sistemy-umnyj-dom>
7. <https://www.art-in.ru/istoriya-umnogo-doma/>
8. <https://house-o-matic.com/home-automation-basics/makes-smart-home>
9. <http://www.smarthome.com/sc-save-energy-thesmarthome-way>
10. <https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/uk/Documents/consumer>
11. <https://www.amazon.com/Amazon-Echo-Bluetooth-Speakerwith-WiFi>
12. [https://morningconsult.com/wpcontent/uploads/2017/06/170603\\_ Brands\\_](https://morningconsult.com/wpcontent/uploads/2017/06/170603_ Brands_)
13. <https://openconnectivity.org/news/open-interconnect-consortium>
14. <https://www.linkedin.com/company/zigbeealliance>
15. <https://www.computerworld.com/article/3239304/what-is-ifttt-how-to-use-if-this-then-that-services.html>
16. <http://tec.gov.in/pdf/M2M/Smart%20home%20Technical%20Report.pdf>
17. "Hybrid broadcast broadband Television," ETSI, [Online]. Available: <http://www.etsi.org/technologies-clusters/technologies/hybrid-broadcast-broadband-television>. [Accessed 2016].
18. Gartner, "Smart Cities Will Include 10 Billion Things by 2020 — Start Now to Plan, Engage and Position Offerings," 2015.
19. <http://dss-bi.com.ua/sitelab1/pozyvmhi-micta/>
20. <https://makemycitysmart.com/2018/11/07/space-requirement-renewable>
21. Shelton Group, "The Smart Home Gender Gap: What it is and how to bridge it," 2015, 2. Retrieved June 11, 2018, from <https://sheltongrp.com/energy-pulse-2015-special-report-smart-home-gender-gap/>.
22. Suzanne Shelton, Shelton Group, interview, June 2018.
23. Shelton Group, "The Smart Home Gender Gap: What it is and how to bridge it," 2015, 6. Retrieved June 11, 2018, from <https://sheltongrp.com/energy-pulse-2015-special-report-smart-home-gender-gap/>.
24. Claire Miziolek, "The Smart Energy Home and Cross-Promotional Opportunities in Energy Efficiency," December 2017, Northeast Energy Efficiency Partnerships, 5. Retrieved May 24, 2018, from <http://neep.org/sites/default/files/>



resources/SmartEnergyHomeCrossPromotionGuidanceFinal.pdf.

25. Rebecca Ford et al., “Assessing Players, Products, and Perceptions of Home Energy Management,” November 2016, Pacific Gas and Electric Company, 60.
26. Leticia Colon de Mejias, Energy Efficiency Solutions, interview, August 2018.
27. Scott Needham, Princeton Air Conditioning, interview, August 2018.
28. Jen King, “Energy Impacts of Smart Home Technologies,” April 2018, American Council for an Energy-Efficient Economy, 14.
29. National Institute of Standards and Technology, “NIST Smart Grid and CPS Newsletter,” March 2017. Retrieved July 13, 2018, from <https://www.nist.gov/engineering-laboratory/smart-grid/nist-smart-grid-and-cps-newslettermarch-2017>.
30. Bonneville Power Administration, “Technology Innovation Project 272a: EPRI P170 Supplemental: CTA 2045 Standard Modular Communications Interface for Demand Response,” 2017. Retrieved July 13, 2018, from <https://www.bpa.gov/Doing%20Business/TechnologyInnovation/TIPProjectBriefs/2017-DR-TIP-272a.pdf>.
31. <https://www.energy.gov/eere/buildings/volttron>
32. Xin Jin et al., “Foresee: A user-centric home energy management system for energy efficiency and demand response,” 2017, Applied Energy.
33. James Mater and Rudi Schubert, “California’s Push for Managing Distributed Energy Resources (DER),” 15 September 2016. Retrieved July 16, 2018, from <https://beyondstandards.ieee.org/general-news/californias-push-for-managing-distributed-energy-resources-der/>.
34. National Institute of Standards and Technology, “Smart Grid Framework: NIST Framework and Roadmap of Smart Grid Interoperability Standards, Release 4.0,” 2018.
35. Claire Miziolek, “The Smart Home Interface: A Tool for Comprehensive

Residential Energy Efficiency,” Northeast Energy Efficiency Partnerships, December 2017.

36. Robert Walton, “Grid-connected appliances help utilities demand, spur renewables development, RMI finds,” 28 February 2018, Utility Dive. Retrieved July 2, 2018

37. Essie Snell, “Smart Home Pilots and Programs: A Catalog of Current and Recent Utility Initiatives,” February 2018, E Source, 3.

38. Navigant, “The Smart Home: Integrated Hardware, Software, and Service Platforms for the Smart Home: Global Market Analysis and Forecasts,” 2017.

39. Rebecca Ford et al., “Assessing Players, Products, and Perceptions of Home Energy Management,” November 2016, Pacific Gas and Electric Company, 6.

40. Jen King, “Energy Impacts of Smart Home Technologies,” April 2018, American Council for an Energy-Efficient Economy.

41. Jack Mayernik, “Buildings and the Grid 101: Challenges,” 19 October 2017, U.S. Department of Energy’s Office of Energy Efficiency and Renewable Energy. Retrieved June 1, 2018

42. David Nemtsov, “Buildings and the Grid 101: Why Does it Matter for Energy Efficiency?,” 12 September 2017, U.S. Department of Energy’s Office of Energy Efficiency and Renewable Energy.

43. <https://ru.aliexpress.com/i/32807449919.html>

44. [http://zelectro.cc/what\\_is\\_servo](http://zelectro.cc/what_is_servo)

45. <http://geekhouse.tech/как-работает-сервопривод-и-что-там-вну/>

46. [http://tec.org.ru/board/74hc14n\\_74hc14d\\_m/150-1-0-1694](http://tec.org.ru/board/74hc14n_74hc14d_m/150-1-0-1694)

47. <https://www.theengineeringprojects.com/2019/04/introduction-to-74hc14.html>

48. <https://elektronchic.ru/elektronika/trigger-shmidta.html>

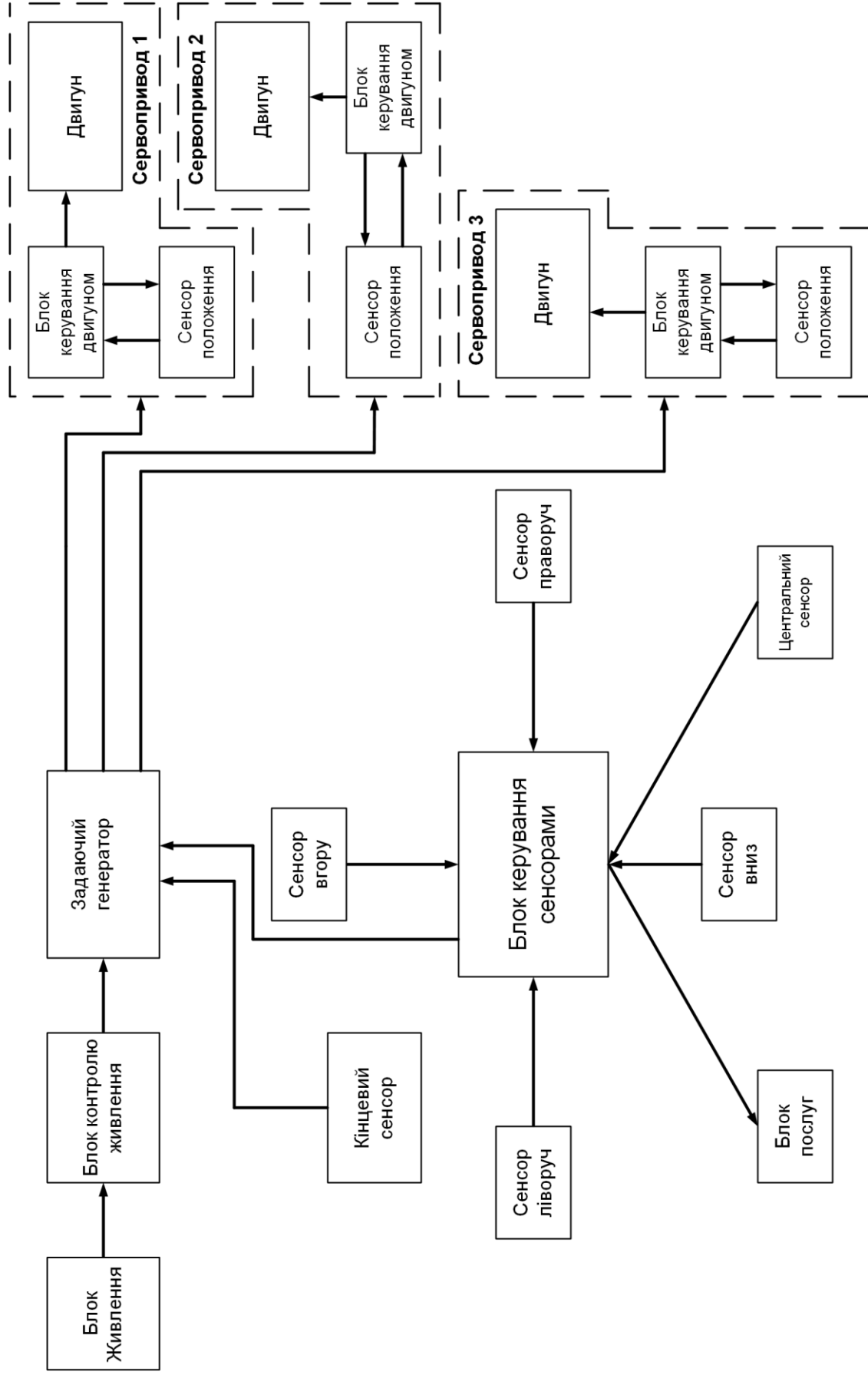
49. <http://www.electronicblog.ru/impulsnaya-texnika/trigger-shmitta-na-tranzistorax.html>

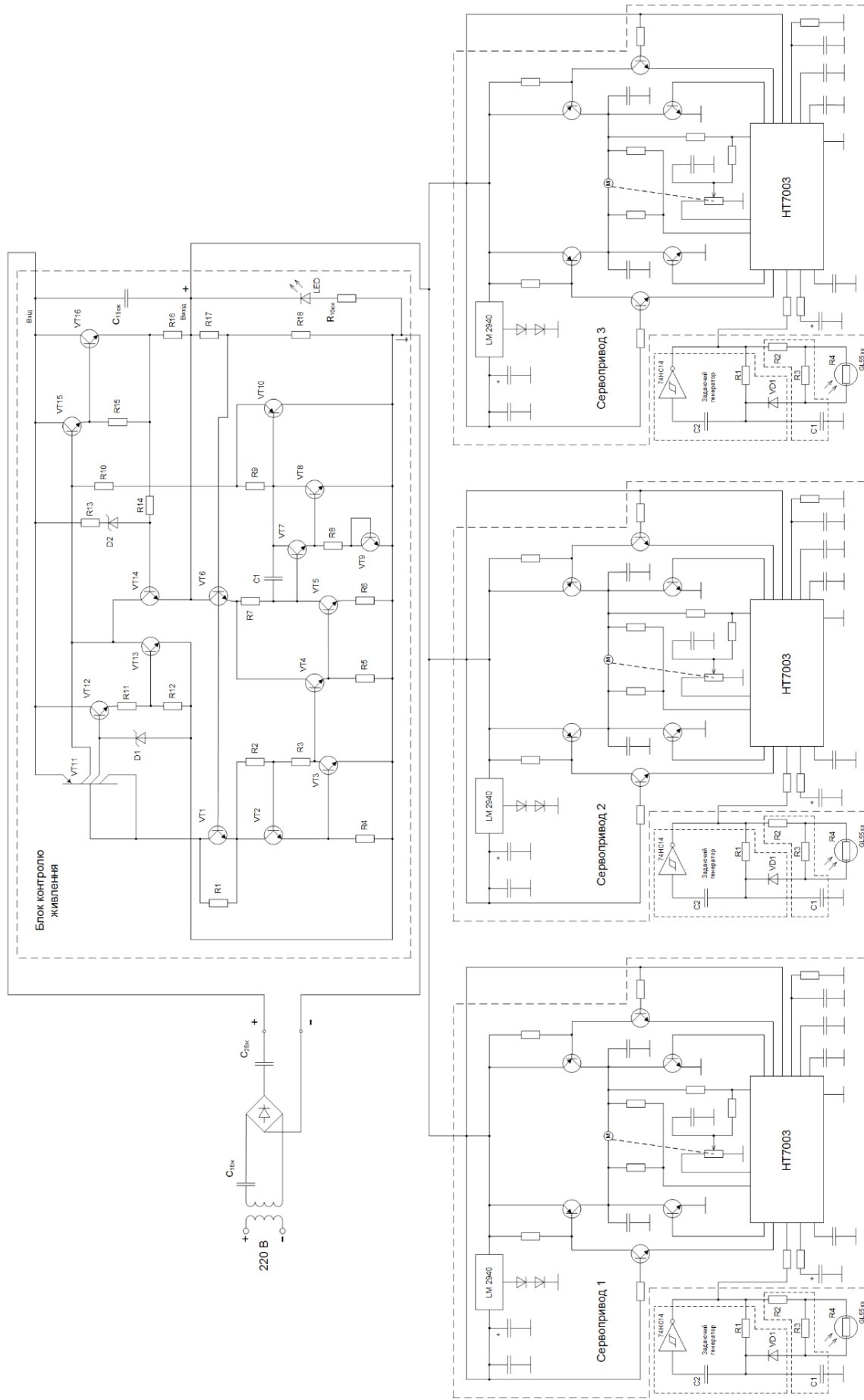
50. <http://home.roboticlab.eu/ru/examples/sensor/photoresistor>

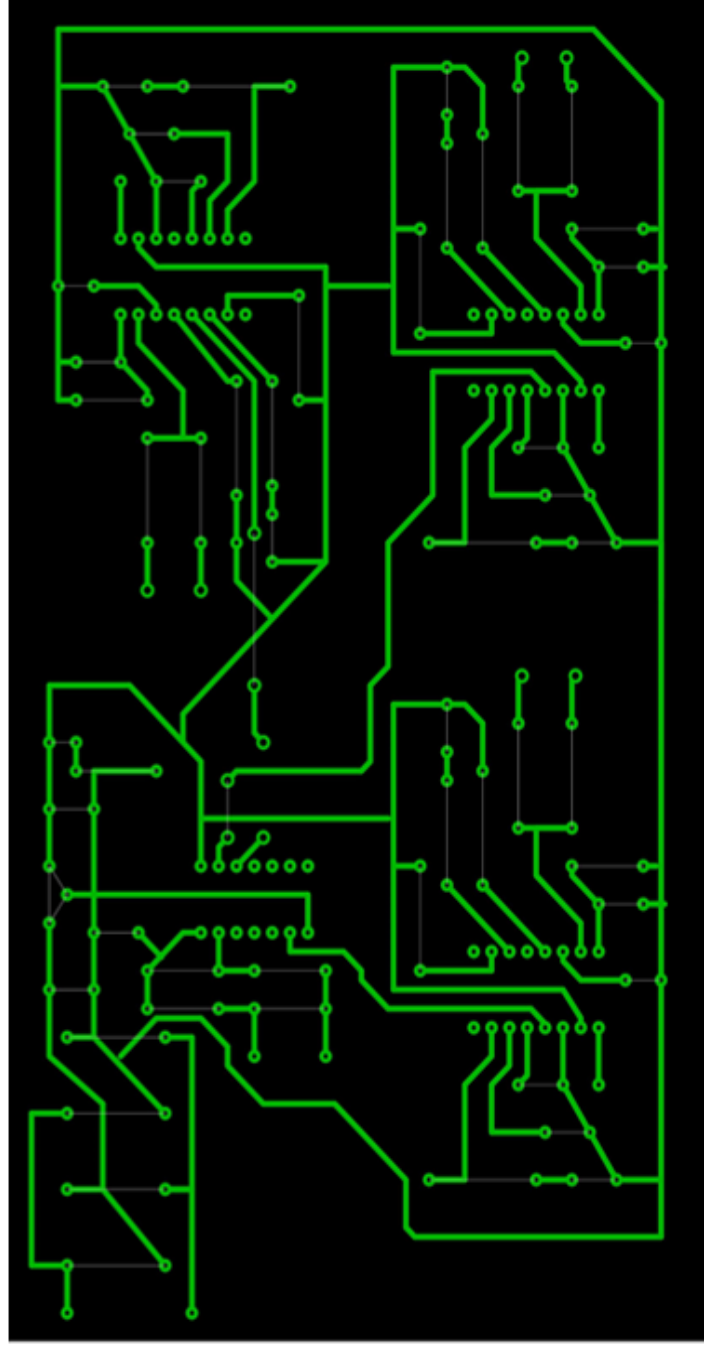
51. <http://jelektro.ru/covety-elektrika/фоторезистор.html>
52. <https://helpiks.org/3-82490.html>
53. <http://www.joyta.ru/7603-fotorezistor-osnovnaya-informaciya/>
54. <http://www.joyta.ru/10323-diod-1n4148-xarakteristiki-analog-datasheet/>
55. [https://3v3.com.ua/product\\_6219.html](https://3v3.com.ua/product_6219.html)
56. <https://eltis.ua/catalog/kondensatory-elektroliticheskie-tht-85-c00sy/ce-0-47-63p-kondensator-elektroliticheskij-tht-0-47mkf-63vdc-4x7mm-20/>

## **ДОДАТКИ**

## **ДОДАТОК А**

[illegible]

[illegible]



БР.171.061.005 Е4									



# ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ

## 1. Найменування і область використання.

« Навчально-лабораторний стенд «Розумний дім» ». Орієнтований на демонстрацію автоматизованих процесів.

## 2. Основа для виконання роботи.

Основою для проектування є завдання на дипломний проект.

## 3. Мета і призначення розробки.

Метою розробки є реалізація Системи безперервної подачі сонячного світла до житлового приміщення.

## 4. Технічні вимоги.

### 4.1 Вимоги до функціональних характеристик системи.

- реагування системи на появу світлового випромінювання на сенсорі;
- позиціонування валу серводвигуна відносно сигналу з фотоопору;

### 4.2 Вимоги до надійності системи.

- справна робота блоків схеми та механічних вузлів.

### 4.3 Вимоги до технологічності.

- застосування новітньої елементної бази з оптимальними характеристиками.

### 4.4 Вимоги до рівня уніфікації та стандартизації.

Використання технологій та елементів, регламентованих стандартами.

## 5. Вимоги до складових частин виробу, сировини та експлуатаційних матеріалів.

Використовувати компоненти серійного виробництва низької вартості.

Конструкція лабораторного стенду-макету має бути придатною для ремонту

та					БР.171.061.005 ПЗ				
Змн	Арк	№ док-м	Підпис	Дата					
Розроб		Пінчук Ю.В.			«Навчально-лабораторний стенд «Розумний дім»»	Літ		Арк	Архівів
Перевір		Писаренко Л.Д.						1	2
Реценз.						«КПІ ім. Ігоря Сікорського», ФЕЛ, ЕПП, гр. ДЕ-п61			
Н. Контр		Чалюк В.О.							
Затверд		Писаренко Л.Д.							

заміни конструктивних елементів.

## 6. Результати роботи.

Робота повинна містити наступні документи:

- пояснювальну записку;
- схему електричну принципову;
- структурну схему;
- креслення друкованої плати;
- перелік елементів;
- специфікацію;
- додатки.

					БР.171.061.005 ПЗ	Анк
ЗМН	Анк	№ док.м.	Піппис	Дата		2

## **ДОДАТОК Б**

Зона	Поз.	Позначення	Найменування	Кіл.	Прим.			
			<u>Схеми</u>					
	1	БР.171.061.005 ЕЗ	Схема електрична принципова	1				
			<u>Конденсатори</u>					
	2		Ємність СЕ-0,47/63 0,47мкФ	3	C <sub>2</sub>			
	3		Ємність СЕ-0,47/63р 0,47мкФ	3	C <sub>1</sub>			
			<u>Діоди</u>					
	4		Діод 1N4148/DIOTEC/DO-35	3	VD <sub>1</sub>			
	5		Діод 1N5817/DC/DO-41	3	D			
			<u>Резистори</u>					
	6		Резистор 51КОм/ 0,25ВТ/5%	3	R <sub>1</sub>			
	7		Резистор 22КОм/ 0,25ВТ/5%	6	R <sub>2</sub> , R <sub>3</sub>			
			<u>Датчики</u>					
	8		Фоторезистор GL5516	1	GL55xx			
			<u>Мікросхема</u>					
	9		SN74НС14N/ТІ/DIP14	1	74НС14			
			<u>Виконавчий механізм</u>					
	10		Сервопривод SG90 CF sunbird	3	Серв-1			
Зм.	Арк	№ докум.	Під п.	Дата	БР.171.061.005 ПЕ			
Розроб.	Пінчук Ю.В.				«Навчально-лабораторний стенд «Розумний дім»»  Перелік елементів	Літ.	Аркуш	Аркушів
Перевір.	Писаренко Л.Д.						1	1
						«КПІ ім. І.Сікорського», ФЕЛ, ЕПП, гр. ДЕ-п61		
Н.контр	Чадюк В.О.							
Затверд.	Писаренко Л.Д.							

## **ДОДАТОК В**

Зона	Поз.	Позначення	Найменування	Кіл.	Прим.			
			<u>Схеми</u>					
	1	БР.171.061.005 ЕЗ	Схема електрична принципова	1				
			<u>Конденсатори</u>					
	2		Ємність СЕ-0,47/63 0,47мкФ	3	C <sub>2</sub>			
	3		Ємність СЕ-0,47/63р 0,47мкФ	3	C <sub>1</sub>			
			<u>Діоди</u>					
	4		Діод 1N4148/DIOTEC/DO-35	3	VD <sub>1</sub>			
	5		Діод 1N5817/DC/DO-41	3	D			
			<u>Резистори</u>					
	6		Резистор 51КОм/ 0,25ВТ/5%	3	R <sub>1</sub>			
	7		Резистор 22КОм/ 0,25ВТ/5%	6	R <sub>2</sub> , R <sub>3</sub>			
			<u>Датчики</u>					
	8		Фоторезистор GL5516	1	GL55xx			
			<u>Мікросхема</u>					
	9		SN74НС14N/ТІ/DIP14	1	74НС14			
Зм.	Арк	№ докум.	Під п.	Дата	БР.171.061.005.01 СП			
Розроб.	Пінчук Ю.В.				«Навчально-лабораторний стенд «Розумний дім»»  Специфікація	Літ.	Аркуш	Аркушів
Перевір.	Писаренко Л.Д.						1	2
						«КПІ ім. І.Сікорського», ФЕЛ, ЕПП, гр. ДЕ-п61		
Н.контр	Чадюк В.О.							
Затверд.	Писаренко Л.Д.							

Зона	Поз.	Позначення			Найменування	Кіл.	Прим.
					<u>Виконавчий механізм</u>		
	10				Сервопривод SG90 CF sunbird	3	Серв-1
					<u>Роз'єми</u>		
	11				Клемна колодка РА 4мм <sup>2</sup> , 3А	1	-
	12				Роз'єм живлення РС-GP2.1/ 5.5 з проводом	1	-
					<u>Стабілізатори</u>		
	13				Стабілізатор напруги 7805	1	БКЖ
					<u>Матеріали</u>		
	14				Склотекстоліт фольгований СТФ-35г-2,0мм	1	-
	15				Припій SAC305	1	-
	16				Флюс активований безкислотний F1 TinnTech	1	-
					БР.171.061.005.01 СП		2
Зм.	Арк	№ докум.	Підп.	Дата			

